

MORFOMETRIA Y ALGUNOS HOSPEDANTES DE *Meloidogyne hapla* EN LA CORDILLERA VOLCANICA CENTRAL DE COSTA RICA.¹

Róger López Ch. y Luis A. Salazar F.*

ABSTRACT

Morphometrics and some hosts of *Meloidogyne hapla* in the Central Volcanic Range of Costa Rica. *M. hapla* was found widespread in an area of Costa Rica where altitude varies between 1,360 and 2,501 m above sea level, average temperatures between 14 and 18°C, with precipitation over 2,000 mm per year, and Andept soil type. Crops found parasitized by this species were beets, carrots, onion, cabbage and lettuce. The weeds *Iresine celosia* L., *Piqueria trinervis* Cav., *Conyza coronapifolia* H.B.K., *Cirsium mexicanum* A.D.C. & D.C. *Gnaphalium americanum* Mill., and *Sisyrinchium* sp. are reported as new hosts for *M. hapla*.

Most female perineal patterns were rounded, with a low dorsal arch, and smooth, unbroken, and closely spaced fine striae. Stippling on the terminus and wings were also present in some of them. Males had four lateral lines, and the outer lateral fields were areolated. In one population they had either one or two gonads. Significant differences in total length, dorsal esophageal gland orifice (DEGO), length of tail, body width, anal body diameter and alpha of second stage larvae were found among populations. The ranges and averages for these, and other morphometric characters, were similar to those previously reported for this species.

INTRODUCCION

Los nemátodos del género *Meloidogyne* Goeldi, 1887, constituyen uno de los principales componentes de la fauna nematológica de países tropicales. Su patogenicidad, amplia distribución geográfica y la gama de hospedantes que poseen son características que contribuyen a situarlos en lugar predominante al hacer referencia a las posibles pérdidas económicas causadas por nemátodos fitoparásitos. En Costa Rica se ha observado frecuentemente ataques severos de nemátodos de este género, pero se ha investigado muy poco, sobre las especies presentes,

su distribución y su morfología, así como sobre su patogenicidad en numerosos e importantes cultivos.

El presente estudio tuvo como objetivo el hacer una caracterización morfométrica de algunas poblaciones de *Meloidogyne hapla* Chitwood, 1949, encontradas en Costa Rica, que sirviera de base para el reconocimiento de dicha especie con fines de diagnóstico; el reconocimiento a nivel de especie es indispensable para la recomendación de medidas de combate, tales como el uso de cultivares resistentes y la rotación de cultivos (9). Otro objetivo de este trabajo fue el de enumerar las localidades y los hospedantes en que ha sido encontrada esta especie.

¹ Recibido para su publicación el 1 de agosto de 1977.

* Profesor Adjunto y Asistente de Nematología, respectivamente, Laboratorio de Nematología, Facultad de Agronomía, Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica.

MATERIALES Y METODOS

Raíces de 19 especies de plantas, algunas de importancia económica y otras consideradas como

malezas, todas las cuales mostraban agallas radicales, fueron colectadas en nueve diferentes localidades de la Cordillera Volcánica Central (Cuadro 1) y llevadas al laboratorio para su estudio; se tomaron de dos a diez muestras de cada especie en cada localidad. Muestras de plantas enteras se llevaron al Herbario de la Universidad de Costa Rica para su identificación a nivel de especie.

Todas las raíces fueron observadas bajo un estereoscopio a 45X, y las hembras de *Meloidogyne* fueron disectadas de las agallas, junto con masas de huevos. Se prepararon diseños perineales de 10 hembras de cada población y se comparó su forma general con las descripciones e ilustraciones publicadas por varios autores (1,2,6,9,12). Se encontró que la especie presente en todos los casos era *M. hapla*.

De todas las poblaciones colectadas se escogieron cuatro, al azar, y con estas se hizo un estudio morfológico y morfométrico de algunas características de las larvas en el segundo estadio y del diseño perineal de las hembras, utilizando 10 especímenes de ambos estados del ciclo de vida en cada población estudiada. En unos pocos casos fue posible hacer observaciones y tomar medidas de algunas estructuras de los machos.

La identificación de las poblaciones utilizadas para el estudio morfométrico fue la siguiente: *M. hapla* 1, colectada en lechuga, en San Luis de Santo Domingo de Heredia; *M. hapla* 2, colectada en *Hypochoeris radicata* L., en Porrosatí de Barva de Heredia; *M. hapla* 3, colectada en zanahoria, en Laguna de Paraíso de Cartago, y *M. hapla* 4, colectada en repollo, en la zona de Tapezco de Alfaro Ruiz, Alajuela. Los números corresponden al registro de poblaciones del Laboratorio de Nematología de la Universidad de Costa Rica.

Para el estudio de los diseños perineales de las hembras, éstos fueron preparados de acuerdo al método descrito por Franklin (4) y modificado por Taylor y Netzcher (10), pero sin teñir las raíces. Los diseños fueron observados al microscopio, utilizando para ello un objetivo de inmersión, con un aumento de 1500X. Para la interpretación de los mismos se utilizó el método descrito por Esser *et al.* (2).

Para el estudio de las larvas, huevos tomados al azar se pusieron en pequeños recipientes de vidrio

tipo siracusa. Varias larvas recién eclosionadas se montaron en una gota de agua sobre un porta-objetos y se colocó un anillo del sellador Zut alrededor de la gota. Posteriormente se puso un cubre-objetos. Las preparaciones se observaron al microscopio 15 ó 20 minutos después.

Todas las medidas se hicieron con un micrómetro ocular calibrado a 1500 aumentos, excepto la longitud total de las larvas, la cual se midió a 150X.

Se hizo un análisis estadístico de los diferentes parámetros evaluados y sus promedios se compararon entre sí, utilizando la prueba de amplitud múltiple de Duncan.

RESULTADOS

En el Cuadro 1 se presenta la descripción de algunas características de las zonas donde se encontró a *M. hapla* y la lista de hospedantes en cada localidad. En todos los casos el suelo pertenece al suborden Andept (A. Alvarado, comunicación personal, 1977). Las zonas están localizadas a una altitud considerable, que varía de 1340 a 2550 msnm. Las temperaturas promedio oscilan entre 14 y 19°C. La precipitación en todos los casos es mayor de 2000 mm anuales.

Las agallas en casi todos los hospedantes eran relativamente pequeñas, y mostraban una serie de raíces secundarias que salían de los tejidos de las mismas; en cebolla, a diferencia de las otras plantas, se observaron agallas terminales, es decir, en el ápice de las raíces; en apariencia, el nemátodo inhibió el posterior crecimiento de las mismas. Puede observarse que, dentro del grupo de hospedantes, se encuentran plantas de importancia económica como repollo, remolacha, cebolla, lechuga y zanahoria. Por otra parte, dentro del grupo de malezas hospedantes, se encontró que *Iresine celosia*, *Piqueria trinervis*, *Corniza coronapifolia*, *Cirsium mexicanum*, *Gnaphalium americanum*, y *Sisyrinchium* sp. también eran hospedantes; no existe informe previo en la literatura acerca de esta observación (3, 5, 7, 8, 9, 11; A.M. Golden, R.P. Esser y R.W. Patrick, comunicaciones personales, 1977), por lo que estas plantas se consideran hospedantes nuevos de *M. hapla*.

En el Cuadro 2 se presenta la interpretación del diseño perineal predominante en hembras de las

Cuadro 1: Características de algunas áreas de la Cordillera Volcánica Central de Costa Rica donde se encontró a *Meloidogyne hapla*.

Localidad	Altitud (msnm)	Precipitación promedio (mm)	Temperatura promedio (°C)	Hospedantes
Tapezco de Alfaro Ruiz	1900	2600	16,6	<i>Brassica oleracea</i> L. var. <i>capitata</i> <i>Beta vulgaris</i> L. <i>Sonchus oleraceus</i> L.
Porrosatí de Barva	1940	2431	18,0	<i>Galinsoga parviflora</i> Cav. <i>Hipochaeris radicata</i> L. <i>Sonchus oleraceus</i> L.
San Luis de Sto. Domingo	1360	2008	19,0	<i>Lactuca sativa</i> L. <i>Allium cepa</i> L. <i>Daucus carota</i> var. <i>sativus</i> Thell.
Cascajal de Coronado	1728	2501	18,0	<i>Iresine celosia</i> L. *
Rancho Redondo de Goicoechea	1780	2621	17,5	<i>Piqueria trinervis</i> Cav. * <i>Hipochaeris radicata</i> L.
Laguna de Paraíso	2550	2159	14,0	<i>Daucus carota</i> var. <i>satiuvus</i> Thell. <i>Conyza coronapifolia</i> H.B.K. *
Llano Grande de Cartago	1900	2395	15,0	<i>Beta vulgaris</i> L. <i>Sonchus oleraceus</i> L.
Pacayas de Cartago	1760	2277	17,3	<i>Hipochaeris radicata</i> L. <i>Cirsium mexicanum</i> A.D.C. & D.C.* <i>Prunella vulgaris</i> L.
Palmira de Alfaro Ruiz	2200	2667	15,6	<i>Solanum nigrum</i> L. <i>Rumex acetosella</i> L. <i>Plantago lanceolata</i> L. <i>Gnaphalium americanum</i> Mill * <i>Hipochaeris radicata</i> L. <i>Sonchus oleraceus</i> L. <i>Sisyrinchium</i> sp. *

* Hospedante nuevo.

Cuadro 2: Algunas características del sideño perineal de hembras de *Meloydogine hapla* colectadas en la Cordillera Volcánica Central de Costa Rica.

Característica	Población			
	<i>M. hapla 1</i>	<i>M. hapla 2</i>	<i>M. hapla 3</i>	<i>M. hapla 4</i>
Estrías *				
Vulva	NO	NO	NO	NO
Perineo	1	1	1	1
Zona 1	NO	NO	NO	P.
Zona 2	L.C.M.	L.C.P.	L.C.P.	L.C.P.
Zona 3	L.I.P.	L.C.P.	L.C.P.	L.C.P.
Zona 4	L.I.P.	L.C.P.	L.C.P.	O.C.P.
Distancia interfasmidial (μm)	22,3 a ** (18-28) ***	22,1 a (18-26)	23,2 a (18-27)	20,8 a (15-26)
Distancia año-vulva (μm)	16,2 a (14-19)	17,4 a (15-21)	16,1 a (14-18)	17,5 a (15-22)
Longitud vulva (μm)	18,4 a (10-23)	20,9 ab (15-25)	20,4 ab (18-23)	21,8 b (19-25)

* Interpretación basada en el tipo predominante. NO = ausentes. L = lisas. C = continuas. I = interrumpidas. P = pocas. M = moderadas en número. O = onduladas.

** Promedio de 10 mediciones. Promedios de una misma característica seguidos por una misma letra no difieren significativamente entre sí, de acuerdo a los resultados de la Prueba de amplitud múltiple de Duncan ($P = 0,05$).

*** Números entre paréntesis muestran la amplitud de la observación.

cuatro poblaciones, junto con los promedios de algunas mediciones. No se encontraron estrías en la vulva en la mayoría de los casos; sin embargo, del 10 al 30% de los diseños de cada población presentó de 2 a 6 estrías saliendo lateralmente de la misma. Se observó, en todos los diseños estudiados, una estría paralela a la vulva, ligeramente arqueada y localizada cerca del ano, la cual atravesaba el perineo. Su inicio y fin estaban localizados en la zona 1. En esta misma zona, en las poblaciones de *M. hapla 1*, 2 y 3, no se observaron estrías adicionales. En *M. hapla 4* se observaron unas pocas estrías cortas.

En las zonas 2, 3 y 4, de los diseños de las cuatro poblaciones, predominaron las estrías lisas, contínuas y poco numerosas, aunque hubo excepciones: en *M. hapla 1*, las estrías de las zonas 3 y 4 eran interrumpidas y las estrías de la zona 2 eran relativamente más numerosas. En *M. hapla 4*, las estrías de la zona 4 eran ligeramente onduladas.

La forma del diseño fue similar en todas las poblaciones, pero se observaron variaciones. Los diseños eran redondeados, con el arco dorsal achatado o prácticamente inexistente (Fig. 1A). En *M. hapla*

1 y 4 se observaron especímenes en que las estrías ventrales se extendían lateralmente y, al juntarse con las dorsales, formaban "alas" (Fig. 1B). También se observaron diseños en que el arco dorsal era trapezoidal y relativamente prominente, aunque no tanto como en otras especies del género (Fig. 1C); en *M. hapla* 4 se encontró un espécimen que mostraba un diseño perineal ovalado (Fig. 1D).

En general las estrías de los diseños eran tenues y estaban muy cercanas entre sí, especialmente en la zona 2. En la zona 3 las estrías eran ligeramente más gruesas y estaban más separadas que en las zonas 2 y 4. Es importante anotar la presencia, en la mayoría de los especímenes estudiados, de una estría larga que se iniciaba en la zona 3 o 4, pasaba por el terminus y finalizaba en el lado opuesto de la zona 4, separando a las estrías dorsales de las ventrales, independientemente de la presencia o ausencia de "alas".

También se observó, en la mayoría de los especímenes, una serie de puntos en el área entre el ano y el terminus; éstos podían ser tenues o muy visibles, concentrados o dispersos, variando estas características dentro de una misma población.

No hubo diferencias significativas entre poblaciones en cuanto a la distancia interfasmial o la distancia ano-vulva. La longitud de la vulva de *M. hapla* 4 fue significativamente mayor que la de *M. hapla* 1, pero estadísticamente igual a las de *M. hapla* 2 y 3. Las amplitudes de todos estos parámetros se trasladaron.

En ningún caso se observó que los diseños estuvieran localizados en una protuberancia posterior.

Los promedios de las características medidas en las larvas, así como sus amplitudes, se presentan en el Cuadro 3. Las cuatro poblaciones fueron significativamente diferentes entre sí en la longitud total, con valores promedios que variaron desde 369 μm en *M. hapla* 2, hasta 448.5 μm en *M. hapla* 4. La distancia entre la base de los telorhabdiones y el orificio de la glándula dorsal esofágica, la cual se denomina OGDE, fue significativamente mayor en *M. hapla* 2 y 3 que en *M. hapla* 1 y 4; la diferencia entre estas dos últimas fue significativa también.

La longitud de la cola fue significativamente mayor en *M. hapla* 4 que en las otras plantaciones;

M. hapla 1 tuvo un valor intermedio, pero significativamente mayor que los de *M. hapla* 2 y 3. El ancho máximo del cuerpo de *M. hapla* 2 fue significativamente menor que en las otras poblaciones mientras que el diámetro anal en *M. hapla* 1 fue significativamente mayor que en las otras poblaciones, y en *M. hapla* 4 fue significativamente menor que en *M. hapla* 2 y 3. La relación alfa fue significativamente mayor en *M. hapla* 4. No hubo diferencias significativas entre poblaciones en la relación gama o en la longitud de la cabeza (medida desde la base de los telorhabdiones hasta el inicio del estoma). En todas las larvas el hemizonidio estaba colocado anteriormente al poro excretor.

En *M. hapla* 1 y 2 se presentó un 10 y un 40% de las larvas con recto dilatado, respectivamente, mientras que en los demás casos los rectos no presentaban esta característica.

Como nota adicional, es interesante mencionar que en larvas de *M. hapla* 4 que permanecieron en agua por tres días se observaron rectos dilatados, facilitando esta observación el hecho de que, bajo estas condiciones, el cuerpo de las larvas estaba muy vacuolado. También es importante señalar que la forma del terminus de las larvas era muy variable (Fig. 2), presentándose con cierta frecuencia especímenes en que éste era bífido o redondeado; en algunos casos se observaron formas aberrantes.

Sólo fue posible observar y medir unos pocos machos de las poblaciones *M. hapla* 2 y 4, así como unos pocos ejemplares de una población encontrada en Palmira de Alfaro Ruiz, Alajuela, en *Sonchus oleraceus*. Se observó que la longitud total varió de 1020 a 1440 μm , la longitud de las espículas (cuerda del arco) de 25 a 32 μm , y los valores del OGDE de 3 a 5 μm . También se notó que la longitud del estilete osciló entre 18 y 21 μm , mientras que el ancho máximo del cuerpo varió de 25 a 43 μm . En todos los casos se observó que los machos tenían cuatro líneas laterales, y que los campos laterales estaban areolados en las dos bandas externas. Algunos machos de *M. hapla* 2 presentaban dos gónadas, mientras que los demás tenían solamente una.

DISCUSION

La presencia de *M. hapla* en la Cordillera Volcánica Central, donde a menudo alcanza poblaciones

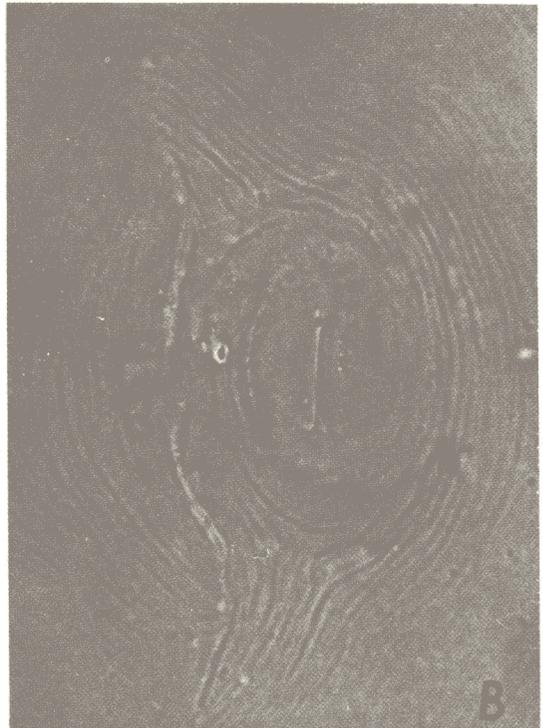
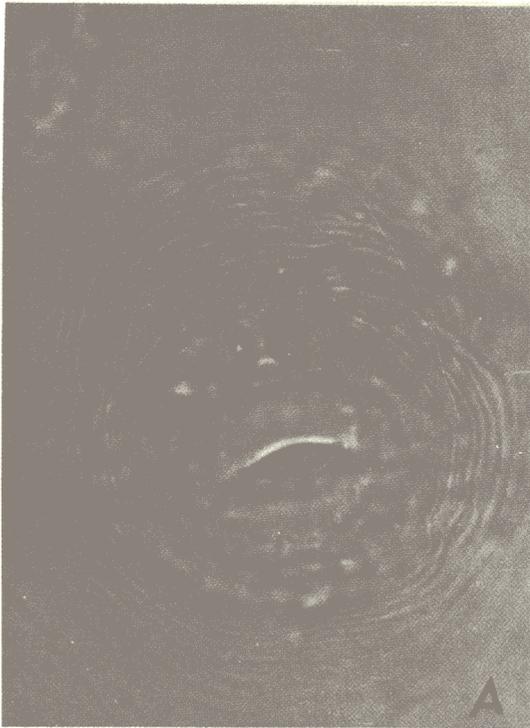


Fig. 1. Fotomicrografías de diseños perineales representativos de hembras de *Meloidogyne hapla* colectadas en la Cordillera Volcánica Central de Costa Rica. A. Colectada en repollo (*M. hapla* 4). B-D. Colectadas en lechuga (*M. hapla* 1).

Cuadro 3. Algunas características morfométricas de larvas de segundo estadio de *Meloidogyne hapla* colectadas en la Cordillera Volcánica Central de Costa Rica.

Característica	Población			
	<i>M. hapla</i> 1	<i>M. hapla</i> 2	<i>M. hapla</i> 3	<i>M. hapla</i> 4
Longitud total (μm)	396,5 c * (375-420)**	369,0 a (360-380)	370,8 b (370-395)	448,5 d (435-460)
Longitud cabeza (μm)***	14,7 a (14-15)	13,4 a (12-14)	13,0 a (12-14)	14,8 a (14-15)
OGDE (μm)****	2,2 a (2-3)	4,1 c (4-5)	3,9 c (3-4)	3,4 b (3-4)
Longitud cola (μm)	50,1 b (47-52)	48,0 a (44-51)	47,2 a (46-49)	59,1 c (56-62)
Ancho máximo (μm)	14,2 b (14-15)	13,5 a (13-14)	14,1 b (13-15)	14,1 b (14-15)
Diámetro anal (μm)	10,2 c (10-11)	9,8 b (9-10)	9,6 b (9-10)	9,0 a (9)
Alfa	27,9 a (25,3-30,0)	27,1 a (25,7-28,4)	26,9 a (24,6-30,0)	31,7 b (29,3-32,8)
Gama	7,8 a (7,6-8,4)	7,6 a (7,0-8,1)	7,9 a (7,5-8,2)	7,5 a (7,3-8,0)

* Promedio de 10 mediciones. Promedios de una misma característica seguidos por una misma letra no difieren significativamente entre sí, de acuerdo a los resultados de la Prueba de Amplitud Múltiple de Duncan ($P = 0.05$).

** Números entre paréntesis muestran la amplitud de la observación.

*** Medida desde la base de los telorhabdiones hasta el inicio del estoma.

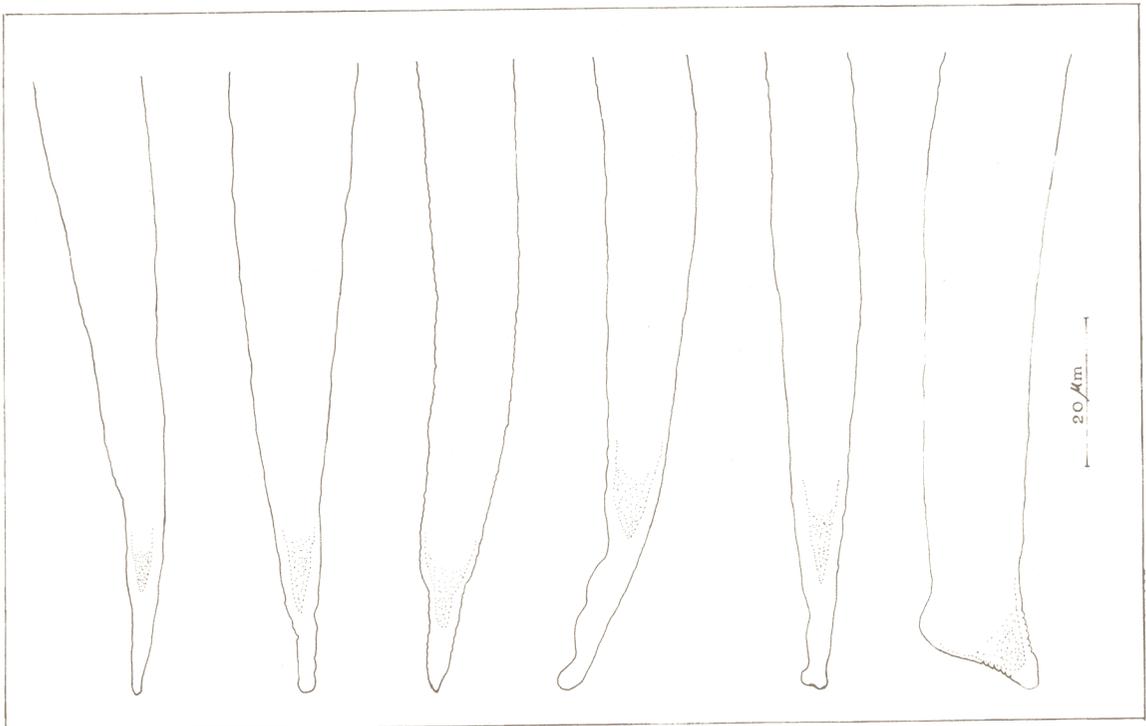


Fig. 2. Variaciones en la forma del terminus de larvas de *Meloidogyne hapla* en el segundo estadio, colectadas en la Cordillera Volcánica Central de Costa Rica.

muy altas (F. Perlaza, datos sin publicar, 1977) podría constituir un nuevo factor limitante en la producción de hortalizas en esta área de Costa Rica. Observaciones de campo parecen indicar que los cultivos más susceptibles son lechuga, remolacha y zanahoria, ya que casi todas las raíces de estos hospedantes que se examinaron mostraban numerosas agallas. También parece ser que, debido a su susceptibilidad y amplia distribución, las malezas *Hipochaeris radicata* y *Sonchus oleraceus* son dos especies que permiten una alta reproducción de este nemátodo en numerosas áreas, lo que le podría permitir alcanzar densidades poblacionales de importancia económica para cultivos susceptibles. Se considera que es una necesidad imperiosa el evaluar medidas de combate contra *M. hapla*, debido al impacto económico que podría tener sobre la producción de hortalizas.

Los resultados del estudio morfológico-morfométrico de los diseños perineales de las hembras, en cuanto a las distancias interfasmidial y

ano-vulva, así como la longitud de la vulva, fueron similares a los anotados por Kirby (6) en su estudio de algunas poblaciones de Florida. La interpretación de las características de las estrías, en las diferentes zonas del diseño, fue similar a la dada por Esser *et al* (2), aunque se observó que en las poblaciones costarricenses las estrías eran predominantemente continuas, en contraste con lo informado por estos autores. La ausencia de una protuberancia posterior en el cuerpo de las hembras en las poblaciones utilizadas para el estudio morfométrico, concuerda con la observación de Esser *et al* (2), pero no con la de Whitehead (12). Es conveniente aclarar que en unas pocas ocasiones se observaron hembras de *M. hapla* con una protuberancia posterior, tal y como lo informa Whitehead, pero estos especímenes pertenecían a otras poblaciones de esta misma especie, no utilizadas en el estudio morfométrico.

La forma general de los diseños perineales fue similar a la descrita por otros autores (1,2,6,12), incluyendo la presencia de diseños con "alas", aun-

que esto no había sido anotado por Whitehead (12). La presencia de un arco trapezoidal, como el que se observa en la Figura 1C, ha sido ilustrada por este autor.

Los valores obtenidos en las larvas para el ancho máximo del cuerpo y la relación gama fueron muy similares a los anotados por Kirby (6) y Whitehead (12). La longitud de la cabeza en *M. hapla* 2 y 3 fue similar a la dada por Kirby (6), pero superior en *M. hapla* 1 y 4.

Los valores de alfa fueron superiores a los dados por Kirby (6) y Whitehead (12), y ligeramente inferiores, en amplitud, a los dados por Chitwood (1). La longitud de la cola en *M. hapla* 1, 2 y 3 fue ligeramente superior a los valores promedios dados por los dos primeros autores (6,12), mientras que en *M. hapla* 4 este valor fue definitivamente mayor que los dados por estos mismos investigadores.

Los valores promedios del OGDE, encontrados en esta investigación fueron diversos, e inferiores a los anotados por Kirby (6), pero la amplitud, en algunos casos, fue similar a la dada por este autor y, en otros, semejante a la dada por Chitwood (1).

Finalmente, la longitud total de las larvas fue un parámetro muy variable. Los valores promedios encontrados en las cuatro poblaciones fueron superiores a los dados por Kirby (6) y Whitehead (12), pero inferiores en *M. hapla* 2 y 3 a los dados por Chitwood (1) y Esser *et al.* (2).

Aún cuando el número de machos observados no fue suficiente para establecer comparaciones entre poblaciones y realizar un análisis estadístico, se observó que las amplitudes de la longitud total, longitud del estilete y longitud de las espículas fueron similares a las anotadas por otros autores (1,2,6,12). Observaciones similares podrían hacerse en cuanto a los valores del OGDE, y el número de líneas laterales. La presencia de machos, dentro de una misma población de *M. hapla*, con una o dos gónadas, ya había sido observada por Chitwood (1), mientras que la areolación de los campos laterales fue anotada por Whitehead (12), aunque esto último no concuerda con lo informado por Esser *et al.* (2).

RESUMEN

Meloidogyne hapla está muy diseminada en la Cordillera Volcánica Central de Costa Rica. Los cultivos en que se encontró esta especie fueron remolacha, lechuga, cebolla, repollo y zanahoria. Las malezas *Iresine celosia* L., *Piqueria trinervis* Cav., *Coniza coronapifolia* H.B.K., *Cirsium mexicanum*, A.D.C. &D.C., *Gnaphalium americanum* Mill. y *Sisyrinchium* sp. son hospedantes nuevos de *M. hapla*.

Las hembras, en su mayoría, se caracterizaron por tener diseños perineales redondeados, con un arco dorsal achatado y estrías lisas, continuas, finas y muy cercanas entre sí. Algunos diseños tenían alas y un punteado en el área del terminus. Los machos tenían cuatro líneas laterales, y los campos laterales externos estaban areolados. En una población éstos tenían una o dos gónadas. Se obtuvieron diferencias significativas entre poblaciones en varias características morfométricas de larvas en el segundo estadio. Los promedios y amplitudes de éstos y otros parámetros fueron similares a los anotados previamente en la literatura para esta especie.

AGRADECIMIENTO

Los autores desean expresar su agradecimiento al señor J. Gómez Laurito, del Herbario de la Universidad de Costa Rica, por la identificación de las malezas hospedantes. También se agradece a los doctores A. Morgan Golden, U.S. D.A., Beltsville, Maryland, R.P. Esser, Florida Department of Agriculture, Gainesville, Florida, y R.W. Patrick, University of Florida, Gainesville, por la confirmación de la calidad de "hospedante nuevo de *Meloidogyne hapla*" para algunas de las malezas.

LITERATURA CITADA

1. CHITWOOD, B.G. Root-Knot nematodes Part I. A revisión of the genus *Meloidogyne* Goeldi 1887. Proceedings of the Helminthological Society of Washington 16: 90-104. 1949.
2. ESSER, R.P., PERRY, V.G. y TAYLOR, A.L. A diagnostic compendium of the genus *Meloidogyne* (Nematoda: Heteroderidae). Proceedings of the Helminthological Society of Washington 43:138-150. 1976.

3. FAULKNER, L.R. y McELROY, F.D. Host range of northern root-knot nematode on irrigated crop plants and weeds in Washington. *Plant Disease Reporter* 48: 190-203. 1964.
4. FRANKLIN, M.T. Preparation of posterior cuticular patterns of *Meloidogyne* spp. for identification. *Nematologica* 7: 336-337. 1962.
5. GOODEY, J.B., FRANKLIN, M.T. y HOOPER, D.J. The nematode parasites of plants catalogued under their hosts. 3 ed. Farnham Royal, Commonwealth Agricultural Bureaux, 1965. 214 p.
6. KIRBY, M.F. Florida root-knot nematodes characterized by morphology, host ranges and enzymes and proteins separated with disc electrophoresis. M. Sc. Thesis. Gainesville, University of Florida, 1972. 80 p.
7. MARTIN, G.C. Plant species attacked by root-knot nematodes (*Meloidogyne* spp.) in the Federation of Rhodesia and Nyasaland. *Nematologica* 4:112-125. 1959.
8. ———. Plants attacked by root-knot nematodes in the Federation of Rhodesia and Nyasaland. *Rhodesia Agricultural Journal* 56: 162-175. 1959.
9. SASSER, J.N. Identification and host-parasite relationships of certain root-knot nematodes (*Meloidogyne* spp.). *Bulletin of the Maryland Agricultural Experiment Station n.A-77*. 31 p. 1954.
10. TAYLOR, D.P. y NETSCHER, C. An improved technique for preparing perineal patterns of *Meloidogyne* spp. *Nematologica* 20: 268-269. 1974.
11. TOWNSHEND, J.L. y DAVIDSON, T.R. Some weed hosts of the northern root-knot nematode, *Meloidogyne hapla* Chitwood, 1949, in Ontario. *Canadian Journal of Botany* 40: 543-548. 1962.
12. WHITEHEAD, A.G. Taxonomy of *Meloidogyne* (Nematodea: Heteroderidae) with descriptions of four new species. *Transactions of the Zoological Society of London* 31: 263-401. 1968.