

# Caracterización Morfológica del Nematodo Nodulador del Cafeto *Meloidogyne exigua* (Nemata: Heteroderidae). III. Segundos Estados Juveniles<sup>1</sup>

L. Flores\*, R. López\*

## ABSTRACT

A morphological, morphometrical, and allometrical study of 30 second-stage juveniles (J2) from each of four populations of the coffee root-knot nematode, *Meloidogyne exigua*, collected in different localities of Costa Rica, was carried out with the help of the scanning electron microscope. Of 35 quantitative characters studied, the tail length, total length, esophagus length, stylet and shaft + basal knobs, diameter of cephalic region at base, phasmid-terminus distance, stoma-middle of metacarpus, stoma-excretory pore, stoma-base of stylet, ratio c and the excretory pore and phasmid percentage varied little, as their coefficients of variability were less than 10% in all populations. The presence of a dilated rectum in *M. exigua* J2 is reported for the first time.

## INTRODUCCION

A rededor de 71 especies han sido descritas en el género *Meloidogyne* Goeldi, 1887 (Nemata: Heteroderidae) (6, 14); sin embargo, algunas de las descripciones son consideradas incompletas. entre otras cosas por no incluir aspectos estadísticos importantes desde el punto de vista taxonómico. Uno de estos casos es el de *M. exigua* Goeldi, 1887, la especie tipo del género que comúnmente parasita plantas de cafeto (*Coffea arabica* L.). La literatura acerca de la morfología de esta especie es poca a nivel mundial; la descripción original y otros trabajos posteriores carecen, en su mayoría, de estudios estadísticos completos que permitan tener un mejor criterio sobre su variabilidad y los límites de sus principales características.

Las diferencias morfológicas son consideradas el mejor criterio para la diferenciación de las especies dentro de un género. Generalmente las medidas de ca-

## COMPENDIO

Se realizó una caracterización morfológica, morfométrica y alométrica de juveniles en segundo estado (J2) de cuatro poblaciones de *Meloidogyne exigua*. provenientes de varias localidades de Costa Rica. Fueron estudiadas 35 características cuantitativas y varias cualitativas, con la ayuda de un microscopio de luz. Se encontró que la forma y longitud de la cola, la longitud total, el esófago, la longitud del estilete y la de su columna + nódulos, el diámetro de la región cefálica en su base, las distancias fasmidios-terminus, estoma-mitad del metacarpus, estoma-poro excretor, estoma-base del estilete, la proporción c y los porcentajes del poro excretor y de los fasmidios tuvieron poca variabilidad, por lo que fueron considerados útiles para la sistemática de este nematodo. Se informa por primera vez sobre la presencia de J2 con recto dilatado.

da característica varían, pero están contenidas dentro de ciertos límites para cada especie; estos límites pueden ser estimados por métodos estadísticos (5). La identificación precisa de las especies es considerada necesaria para la aplicación correcta de tácticas de manejo como la rotación de cultivos y la siembra de cultivares resistentes, las que reducen el daño causado por estos parásitos (4, 11).

Este trabajo representa la parte final de la serie sobre la caracterización morfológica de cuatro poblaciones de *M. exigua* colectadas en diferentes localidades de Costa Rica, e incluye los datos referentes a los segundos estados juveniles (J2), con énfasis en ciertos aspectos estadísticos.

## MATERIALES Y METODOS

Las poblaciones de *M. exigua* usados en este estudio fueron colectadas en 1) Naranjo, provincia de Alajuela; 2) La Isabel de Turrialba, provincia de Cartago; 3) Rivas de Pérez Zeledón, provincia de San José y 4) San Vito de Coto Brus, provincia de Puntarenas. Estas poblaciones fueron identificadas como N, LI, R y SV, respectivamente, y reproducidas bajo condiciones de invernadero en plantas de cafeto, cv. Caturra y Chile (*Capsicum Annuum* L.), cv. California Wonder

<sup>1</sup> Recibido para su publicación el 25 de enero de 1990. Parte de una tesis de grado presentada por el primer autor ante la Escuela de Fitotecnia de la Universidad de Costa Rica.

\* Laboratorio de Nematología, Escuela de Fitotecnia, Facultad de Agronomía, Universidad de Costa Rica. Los autores agradecen la ayuda técnica de la Sra. Suria Sánchez y el Ing. Luis Salazar.

Para el aislamiento de los J2 de cada población, raíces con nódulos fueron lavadas y luego disectadas con la ayuda de un bisturí y un microscopio estereoscópico. Los J2 obtenidos fueron fijados en TAF caliente (60°C) y luego montados en TAF mantenido a temperatura ambiente (aprox. 22°C). En cada población fueron observados y medidos 30 especímenes con la ayuda de un dispositivo calibrado adaptado a un microscopio de luz (ML); también fueron preparados dibujos de la porción anterior y posterior de los J2 con la ayuda de este dispositivo. También fue hecho un análisis estadístico de las diferentes características medidas o calculadas; este análisis incluyó el valor promedio, la desviación estándar, el error estándar del

promedio, el coeficiente de variación (c.v.) en % y los límites de confiabilidad ( $P = 0.95$ ) de cada una. Aquellas características que tuvieran un c.v.  $\leq 10\%$  fueron consideradas estables, siguiendo el criterio de varios autores (7, 12).

## RESULTADOS

### Caracteres cuantitativos

Los análisis estadísticos de las características de los J2 de cada población son presentados en los Cuadros 1 a 4. Se encontró que los que tuvieron c.v. menores al 10%, y por consiguiente fueron estables la longi-

Cuadro 1. Algunas características morfométricas y alométricas de juveniles en segundo estado de una población de *Meloidogyne exigua* proveniente de Naranjo de Alajuela.

Características	Promedio	Error estándar del promedio	Desviación estándar	Límites de confiabilidad	C.V. (%)
<b>Medidas (<math>\mu\text{m}</math>)</b>					
Longitud total	353.1**	2.48	13.56	348.2 – 358.0	3.8
Esófago	149.8	2.01	11.01	145.9 – 153.7	7.3
Diámetro máximo	14.1	0.28	1.55	13.6 – 14.6	11.0
Diám. a nivel poro excretor	13.7	0.24	1.31	13.2 – 14.2	9.6
Mitad metacarpus a poro excretor	24.0	0.44	2.40	23.1 – 24.9	10.0
Mitad metacarpus-al estoma	47.7	0.37	2.02	47.0 – 48.4	4.2
Diámetro región cefálica	4.8	0.05	0.25	4.7 – 4.9	5.2
Altura región cefálica	2.0	0.05	0.25	1.9 – 2.1	12.5
Estilete	9.1	0.10	0.54	8.9 – 9.3	5.9
Longitud del cono	4.7	0.07	0.36	4.6 – 4.8	7.7
Diámetro de nódulos	1.8	0.04	0.23	1.7 – 1.9	12.8
Altura de nódulos	1.0	0.04	0.22	0.9 – 1.1	22.0
Base del estilete al estoma	12.6	0.08	0.44	12.4 – 12.8	3.5
Columna + nódulos	4.4	0.08	0.36	4.2 – 4.6	8.2
OGDE*	3.3	0.07	0.42	3.2 – 3.4	12.7
Longitud válvula metacarpus	3.3	0.03	0.18	3.2 – 3.0	5.5
Diám. válvula metacarpus	3.2	0.05	0.26	3.1 – 3.3	8.1
Poro excretor a estoma	71.8	0.66	3.64	70.5 – 73.1	5.1
Longitud cola	45.8	0.69	3.78	44.4 – 47.2	8.3
Longitud región hialina	13.5	0.26	1.45	13.0 – 14.0	10.7
Diám. a comienzo región hialina	4.1	0.06	0.34	4.0 – 4.2	8.3
Diámetro anal	8.9	0.19	1.02	8.5 – 9.3	11.5
Ano – comienzo zona hialina	32.3	0.72	3.94	30.9 – 33.7	12.2
Fasmidios – extremo de cola	31.6	0.38	2.09	30.9 – 32.3	6.6
<b>Proporciones</b>					
a	25.2	0.44	2.41	24.3 – 26.1	9.6
b	2.4	0.03	0.16	2.3 – 2.5	6.7
c	7.7	0.10	0.53	7.5 – 7.9	6.9
c'	5.2	0.06	0.31	5.1 – 5.3	6.0
Long. cola/long. reg. hialina	3.4	0.08	0.46	3.2 – 3.6	13.5
Diám. reg. cefálica/altura	2.4	0.06	0.32	2.3 – 2.5	13.3
Diám. nódulos/altura	1.9	0.10	0.54	1.7 – 2.1	28.4
Long. válvula metacarpus/diám.	1.05	0.02	0.09	1.01 – 1.0	8.6
Long. reg. hialina/estilete	1.5	0.03	0.17	1.4 – 1.6	11.3
<b>Porcentajes</b>					
Poro excretor	20.3	0.18	0.96	19.9 – 20.7	4.7
Fasmidios	91.0	0.09	0.48	90.8 – 91.2	0.5

\* OGDE: Distancia entre la base de los nódulos del estilete y el orificio de la glándula dorsal esotógica

\*\* Promedios de 30 observaciones

tud del cuerpo, la distancia del estoma a la mitad del metacarpus, el diámetro de la región cefálica, la longitud del estilete, la distancia del estoma a la base del estilete, la longitud de la columna + nódulos, la distancia del estoma al poro excretor, la longitud de la cola, la distancia de los fasmidios al terminus, la proporción c y los porcentajes del poro excretor y de los fasmidios. Los c.v. de la longitud del esófago, el diámetro de la válvula del metacarpus y las proporciones b y c' fueron inferiores al 10% sólo en las poblaciones N y R (Cuadros 1 y 3). En el caso de la longitud del cono, el diámetro del cuerpo a nivel del poro excretor y la proporción a, los c.v. fueron menores al 10% en las poblaciones N y LI (Cuadros 1 y 2); en las pobla-

ciones LI y SV la longitud de la cola/longitud de la región hialina tuvieron valores menores al 10% (Cuadros 2 y 4). Los c.v. del diámetro de la válvula del metacarpus, la distancia del ano al comienzo de la zona hialina y el diámetro anal fueron inferiores al 10% en las poblaciones N y R, R y SV y LI y R, respectivamente (Cuadros 1-4). Los c.v. de la altura de nódulos fueron mayores al 10% en las poblaciones N, LI y SV, y la longitud de la región hialina en el caso de N, R y SV. En lo concerniente a la longitud de la válvula del metacarpus y la proporción longitud/diámetro de la válvula del metacarpus, el c.v. fue superior a 10% en LI, R y SV (Cuadros 2-4).

Cuadro 2. Algunas características morfométricas y alométricas de juveniles en segundo estado de una población de *Meloidogyne exigua* provenientes de Rivas de Pérez Zeledón.

Características	Promedio	Error estándar del promedio	Desviación estándar	Límites de confiabilidad	C.V. (%)
Medidas ( $\mu\text{m}$ )					
Longitud total	392.2	4.33	23.70	383.7 - 400.7	6.0
Esófago	164.9	1.93	10.55	161.1 - 168.7	6.4
Diámetro máximo	15.4	0.31	1.70	14.8 - 16.0	11.0
Diám. a nivel poro excretor	14.6	0.29	1.59	14.0 - 15.2	10.9
Mitad metacarpus a poro excretor	26.8	0.87	4.76	25.1 - 28.5	17.8
Mitad metacarpus-al estoma	52.9	0.59	3.22	51.7 - 54.1	6.1
Diámetro región cefálica	5.2	0.07	0.39	5.1 - 5.3	7.5
Altura región cefálica	2.5	0.07	0.36	2.4 - 2.6	14.4
Estilete	10.2	0.17	0.93	9.9 - 10.5	9.1
Longitud del cono	5.3	0.10	0.55	5.1 - 5.5	10.4
Diámetro de nódulos	1.9	0.04	0.23	1.8 - 2.0	12.1
Altura de nódulos	1.12	0.02	0.11	1.08 - 1.16	9.8
Base del estilete al estoma	14.2*	0.20	0.86	13.8 - 14.6	6.0
Columna + nódulos	5.0	0.10	0.49	4.8 - 5.2	9.8
OGDE***	3.6**	0.10	0.53	3.4 - 3.8	14.7
Longitud válvula metacarpus	3.9	0.08	0.44	3.7 - 4.1	11.3
Diám. válvula metacarpus	3.4	0.06	0.33	3.3 - 3.5	9.7
Poro excretor a estoma	79.7	1.01	5.55	77.7 - 81.7	7.0
Longitud cola	49.7	0.58	3.17	48.6 - 50.8	6.4
Longitud región hialina	15.6	0.41	2.25	14.8 - 16.4	14.4
Diám. a comienzo región hialina	4.4	0.10	0.61	4.2 - 4.6	13.9
Diámetro anal	9.7**	0.17	0.90	9.4 - 10.0	9.3
Ano - comienzo zona hialina	34.0	0.60	3.29	32.8 - 35.2	9.7
Fasmidios - extremo de cola	35.2*	0.40	2.14	34.4 - 36.0	6.1
Proporciones					
a	25.8	0.58	3.16	24.7 - 26.9	12.2
b	2.38	0.01	0.06	2.36 - 2.40	2.5
c	7.9	0.09	0.48	7.7 - 8.1	6.1
c'	5.2**	0.10	0.52	5.0 - 5.4	10.0
Long. cola/long. reg. hialina	3.2	0.08	0.42	3.0 - 3.4	13.1
Diám. reg. cefálica/altura	2.1	0.07	0.37	2.0 - 2.2	17.6
Diám. nódulos/altura	1.6	0.05	0.26	1.5 - 1.7	16.3
Long. válvula metacarpus/diám.	1.1	0.03	0.16	1.0 - 1.2	14.5
Long. reg. hialina/estilete	1.5	0.06	0.32	1.4 - 1.6	21.3
Porcentajes					
Poro excretor	20.4	0.23	1.27	19.9 - 20.9	6.2
Fasmidios	91.0*	0.11	0.57	90.8 - 91.2	0.6

\* Promedio de 28 observaciones. El resto de promedios es de 30 observaciones.

\*\* Promedio de 29 observaciones.

\*\*\* OGDE: distancia entre la base de los nódulos del estilete y el orificio de la glándula dorsal esofágica.

Basados en el traslape o no de los límites de confiabilidad de cada característica, se encontró que las cuatro poblaciones coincidieron en la longitud/diámetro de la válvula del metacarpus y el porcentaje de los fasmidios. En las poblaciones LI, R y SV hubo mayor traslape en la longitud del esófago, el diámetro máximo del cuerpo, la longitud del estilete, la longitud del cono, la longitud de la columna + nódulos y en la proporción c (Cuadros 2-4). Se presentó coincidencia entre las poblaciones N, LI y SV en la distancia del estoma al poro excretor, la longitud de la cola, la longitud de la región hialina, la distancia del ano al co-

mienzo de la zona hialina, la distancia de los fasmidios al terminus y la proporción diámetro/altura de la región cefálica (Cuadros 1, 2 y 4). Las poblaciones N y LI coincidieron en el diámetro y altura de los nódulos (Cuadros 1 y 2), mientras que las poblaciones R y SV coincidieron en la distancia del estoma a la mitad del metacarpus (Cuadros 3 y 4). Se encontró la mayor variabilidad en la longitud del cuerpo, el diámetro y la altura de la región cefálica, la distancia del estoma a la base del estilete, el diámetro del cuerpo a nivel del poro excretor, el OGDE, la distancia del poro excretor a la mitad del metacarpus, la longitud y el

Cuadro 3. Algunas características morfométricas y alométricas de juveniles en segundo estado de una población de *Meloidogyne exigua* proveniente de La Isabel de Turrialba.

Características	Promedio	Error estándar del promedio	Desviación estándar	Límites de confiabilidad	C.V. (%)
Medidas ( $\mu\text{m}$ )					
Longitud total	351.6	3.83	20.96	344.1 - 359.1	6.0
Esófago	158.1	3.29	18.00	151.7 - 164.5	11.4
Diámetro máximo	14.7	0.25	1.36	14.2 - 15.2	9.3
Diám. a nivel poro excretor	13.9	0.23	1.28	13.4 - 14.4	9.2
Mitad metacarpus a poro excretor	24.4	0.48	2.64	23.5 - 25.3	10.8
Mitad metacarpus-al estoma	49.5	0.52	2.84	48.5 - 50.5	5.7
Diámetro región cefálica	5.2	0.06	0.33	5.1 - 5.3	6.3
Altura región cefálica	2.3	0.06	0.32	2.2 - 2.4	13.9
Estilete	9.9	0.09	0.51	9.7 - 10.1	5.1
Longitud del cono	5.0	0.08	0.42	4.8 - 5.2	8.4
Diámetro de nódulos	1.9	0.05	0.25	1.8 - 2.0	13.2
Altura de nódulos	1.1	0.03	0.19	1.0 - 1.2	17.3
Base del estilete al estoma	13.8	0.12	0.67	13.6 - 14.0	4.9
Columna + nódulos	4.8	0.05	0.28	4.7 - 4.9	5.8
OGDE**	3.2	0.06	0.35	3.1 - 3.3	10.9
Longitud válvula metacarpus	3.8	0.07	0.40	3.7 - 3.9	10.5
Diám. válvula metacarpus	3.5	0.07	0.39	3.4 - 3.6	11.1
Poro excretor a estoma	73.9	0.77	4.24	72.4 - 75.4	5.7
Longitud cola	44.7	0.71	3.91	43.3 - 46.1	8.7
Longitud región hialina	12.7	0.23	1.24	12.2 - 13.2	9.8
Diám. a comienzo región hialina	4.3	0.11	0.61	4.1 - 4.5	14.2
Diámetro anal	9.2	0.16	0.88	8.9 - 9.5	9.6
Ano - comienzo zona hialina	32.0	0.63	3.46	30.8 - 33.2	10.8
Fasmidios - extremo de cola	32.4*	0.55	2.96	31.3 - 33.5	9.1
Proporciones					
a	24.0	0.39	2.11	23.2 - 24.8	8.8
b	2.3	0.06	0.33	2.2 - 2.4	14.3
c	7.9	0.12	0.65	7.7 - 8.1	8.2
c'	4.9	0.11	0.62	4.7 - 5.1	12.7
Long. cola/long. reg. hialina	3.5	0.06	0.33	3.4 - 3.6	9.4
Diám. reg. cefálica/altura	2.3	0.06	0.32	2.2 - 2.4	13.9
Diám. nódulos/altura	1.8	0.08	0.42	1.6 - 2.0	23.3
Long. válvula metacarpus/diám.	1.1	0.03	0.17	1.0 - 1.2	15.5
Long. reg. hialina/estilete	1.30	0.03	0.15	1.2 - 1.4	11.5
Porcentajes					
Poro excretor	21.1	0.21	1.15	20.7 - 21.5	5.5
Fasmidios	90.8*	0.12	0.65	90.6 - 91.0	0.7

\* Promedio de 29 observaciones. El resto de promedios es de 30 observaciones.

\*\* OGDE: distancia entre la base de los nódulos del estilete y el orificio de la glándula dorsal esofágica.

diámetro de la válvula del metacarpus, el diámetro anal, el diámetro de la región hialina al comienzo y en las proporciones a, b, c', longitud de región hialina/longitud de estilete y el porcentaje del poro excretor.

El análisis de las características evaluadas en las cuatro poblaciones se presenta en el Cuadro 5. Las características que tuvieron c.v. inferiores al 10% fueron la longitud del esófago, la longitud de la columna + nódulos, la longitud del estilete, la distancia de los fasmidios al terminus, la longitud de la cola, el diámetro de la región cefálica, distancia del estoma a la mitad del metacarpus, la distancia del estoma al poro excretor, la longitud del cuerpo, la proporción c, la distancia del estoma a la base del estilete y los porcentajes del poro excretor y de los fasmidios.

#### Caracteres cualitativos

El cuerpo es vermiforme; los extremos se adelgazan pero en mayor grado el posterior. La región cefálica es continua con el resto del cuerpo (Fig. 1 A-D). La cutícula está formada por anulaciones menos fuertes que en los adultos, las que se hacen indistinguibles en los extremos de la cola, generalmente en la parte que comprende la región hialina (Fig. 2 A-E). El estilete es delgado (Fig. 1 A-D), con un cono de mayor longitud que la columna; los nódulos son pequeños y redondeados. Los campos laterales están formados por cuatro incisuras que se observan levemente. El procorpus es cerca de 2 1/2 a 3 veces la longitud del metacarpus. El bulbo medio es ovalado, con aparato valvular fuerte, algunas veces en el centro del metacarpus, otras desplazado hacia uno de los lados, en

sentido longitudinal (Fig. 1 C-D). El istmo y el lóbulo basal esofágico son de longitud considerable, aproximadamente de 2 a 2 1/2 veces la longitud del procorpus (Fig. 1 A-D). El anillo nervioso rodea el istmo y bajo éste se localiza el poro excretor, con un ducto excretor angosto que no es visible al nivel del intestino. En el lóbulo basal se pueden ver tres núcleos (Fig. 1 A-D).

El recto no es filatado en la mayoría de los especímenes (Fig. 2 A-D); sin embargo, algunos juveniles de las poblaciones N y R mostraron dilatación (Fig. 2 E); en esta última población el porcentaje de juveniles con esta característica fue 43%. Los fasmidios son difíciles de observar; solamente la parte anterior del ducto fasmidial se distingue cuando el espécimen se encuentra en posición ventral o dorsal. La cola es corta, delgada, de extremo angosto y redondeado (Fig. 2 A-E). La región hialina varía de tamaño; en su inicio o ligeramente posterior a ésta se observó una pequeña constricción (Fig. 2 B y E).

#### DISCUSION

La longitud del cuerpo en las poblaciones N, LI y SV fue similar a lo informado por varios autores (3, 9, 10, 15); la población R tuvo una mayor longitud que lo informado por otros autores (2, 3, 9, 10, 13, 15).

Se encontró que todas las poblaciones presentaron mayores valores promedio en la longitud del esófago que lo anotado por Lordello y Zamith (10).

Los valores del diámetro máximo del cuerpo, la longitud del estilete y la forma de los nódulos concuerda con lo informado previamente para esta especie (9, 10, 15).

Los valores promedio de la distancia del estoma a la base de los nódulos en las poblaciones LI y SV concordaron con los datos por López (9), no así en las poblaciones R y N, las que tuvieron valores mayores y menores, respectivamente, con relación a lo anotado por este autor.

Los valores promedio del OGDE, la longitud de la válvula del metacarpus, la proporción b y la proporción c' concordaron con los de Whitehead (15) y López (9).

La longitud de la cola en la población R fue diferente de lo informado por Jepson (8) y Lordello y Zamith (10), pero coincidió con los valores presentados por López (9) y Whitehead (15). La forma de la cola en las cuatro poblaciones coincidió con lo descrito por Jepson (8), aunque no fue observada la cons-

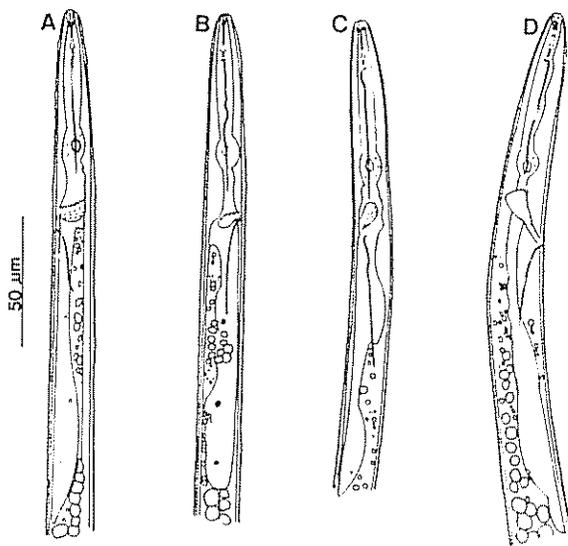


Fig 1. Porción anterior del cuerpo de segundos estados juveniles de *Meloidogyne exigua* provenientes de A: Rivas de Pérez Zeledón; B: San Vito de Coto Brus; C: La Isabel de Turrialba y D: Naranjo.

tricción cuticular que esta autora encontró a la mitad de la región hialina. La longitud de la región hialina en todas las poblaciones evaluadas fue mayor que lo anotado por Jepson (8)

La dilatación del recto en algunos especímenes contradijo lo informado por varios autores (9, 15); sin embargo, conviene aclarar que otros autores (1, 3, 14) consideran que esta característica varía según la edad del juvenil y el tipo de fijación que se utilice.

Los hallazgos encontrados en esta investigación, en particular los basados en los valores del c.v. y en la

concordancia o no de los límites de confiabilidad, permiten concluir que, de todas las características evaluadas en los J2, hay algunas que son estables dentro de una misma población y entre poblaciones de diferente origen geográfico. Las características que son consideradas entonces como útiles para la identificación de los J2 de *M. exigua* son la longitud total, el exófago, la longitud del estilete y la de la columna + nódulos, el diámetro de la región cefálica, la longitud de la cola, las distancias fasmidios-terminus, estoma-mitad del metacarpus, estoma-poro excretor, estoma-base del estilete, proporción c, los porcentajes del poro excretor y de los fasmidios y la forma de la cola.

Cuadro 4. Algunas características morfométricas y alométricas de juveniles en segundo estado de una población de *Meloidogyne exigua* proveniente de San Vito de Coto Brus.

Características	Promedio	Error estándar del promedio	Desviación estándar	Límites de confiabilidad	C.V. (%)
Medidas ( $\mu\text{m}$ )					
Longitud total	370.9	4.66	25.50	361.8 - 380.0	6.9
Esófago	159.4	3.22	17.65	153.1 - 165.7	11.1
Diámetro máximo	15.1	0.34	1.87	14.4 - 15.8	12.4
Diám. a nivel poro excretor	14.4	0.31	1.70	13.8 - 15.0	11.8
Mitad metacarpus/poro excretor	20.0	0.53	2.93	19.0 - 21.0	14.7
Mitad metacarpus-al estoma	53.1	0.78	4.28	51.6 - 54.6	8.1
Diámetro región cefálica	4.9	0.07	0.41	4.8 - 5.0	8.4
Altura región cefálica	2.1	0.06	0.32	2.0 - 2.2	15.2
Estilete	10.0	0.17	0.91	9.7 - 10.3	9.1
Longitud del cono	5.3	0.13	0.72	5.0 - 5.6	13.6
Diámetro de nódulos	1.8	0.04	0.22	1.7 - 1.9	12.2
Altura de nódulos	1.0	0.03	0.19	0.9 - 1.1	19.0
Base del estilete al estoma	13.2	0.17	0.91	12.9 - 13.5	6.9
Columna + nódulos	4.8	0.05	0.30	4.7 - 4.9	6.3
OGDE**	3.7	0.10	0.55	3.5 - 3.9	14.9
Longitud válvula metacarpus	3.6	0.09	0.47	3.4 - 3.8	13.1
Diám. válvula metacarpus	3.4	0.08	0.43	3.2 - 3.6	12.6
Poro excretor a estoma	73.2	1.02	5.58	71.2 - 75.2	7.6
Longitud cola	46.4	0.59	3.22	45.2 - 47.6	6.9
Longitud región hialina	13.8	0.28	1.56	13.3 - 14.3	11.3
Diám. a comienzo región hialina	4.2	0.12	0.63	4.0 - 4.4	15.0
Diámetro anal	9.5	0.20	1.12	9.1 - 9.9	11.8
Ano - comienzo zona hialina	32.6	0.44	2.42	31.7 - 33.5	7.4
Fasmidios - extremo de cola	33.2*	0.57	3.09	32.1 - 34.3	9.3
Proporciones					
a	24.9	0.64	3.50	23.6 - 26.2	14.1
b	2.4	0.06	0.35	2.3 - 2.5	14.6
c	8.0	0.12	0.63	7.8 - 8.2	7.9
c'	4.9	0.11	0.62	4.7 - 5.1	12.7
Long. cola/long. reg. hialina	3.4	0.05	0.27	3.3 - 3.5	7.9
Diám. reg. cefálica/altura	2.4	0.07	0.40	2.3 - 2.5	16.7
Diám. nódulos/altura	1.9	0.10	0.57	1.7 - 2.1	30.0
Long. válvula metacarpus/diám.	1.1	0.03	0.16	1.0 - 1.2	14.5
Long. reg. hialina/estilete	1.4	0.03	0.19	1.3 - 1.5	13.6
Porcentajes					
Poro excretor	19.7	0.18	0.96	19.3 - 20.1	4.9
Fasmidios	91.1*	0.13	0.70	90.8 - 91.4	0.8

\* Promedio de 29 observaciones. El resto de promedios es de 30 observaciones.

\*\* OGDE: distancia entre la base de los nódulos del estilete y el orificio de la glándula dorsal esofágica.

Cuadro 5. Algunas características morfométricas y alométricas de juveniles en segundo estado de cuatro poblaciones de *Meloidogyne exigua* provenientes de diferentes localidades de Costa Rica.

Características	Promedio	Error estándar del promedio	Desviación estándar	Límites de confiabilidad	C.V. (%)
Medidas ( $\mu\text{m}$ )					
Longitud total	366.9	2.45	26.84	362.1 – 371.7	7.3
Base del lóbulo esofágico al estoma	158.1	1.42	15.52	155.3 – 160.9	9.8
Diámetro máximo al cuerpo	14.8	0.15	1.68	14.5 – 15.1	11.4
Diám. cuerpo a nivel poro excretor	14.1	0.14	1.51	13.8 – 14.4	10.7
Mitad metacarpus a poro excretor	23.8	0.37	4.09	23.1 – 24.5	17.2
Mitad metacarpus al estoma	50.8	0.36	3.91	50.1 – 51.5	7.7
Diámetro región cefálica	5.0	0.04	0.39	4.9 – 5.1	7.8
Altura región cefálica	2.2	0.03	0.37	2.1 – 2.3	16.8
Longitud del estilete	9.8	0.08	0.86	9.6 – 10.0	8.8
Longitud cono	5.1	0.05	0.58	5.0 – 5.2	11.4
Diámetro de nódulos	1.84	0.02	0.24	1.8 – 1.88	13.0
Altura de nódulos	1.04	0.02	0.19	1.0 – 1.08	18.3
Base del estilete al estoma	13.4**	0.09	0.94	13.2 – 13.6	7.0
Columna + nódulos	4.7	0.04	0.42	4.6 – 4.8	8.9
OGDE****	3.5****	0.05	0.51	3.4 – 3.6	14.6
Long. válvula metacarpus	3.6	0.04	0.44	3.5 – 3.7	12.2
Diám. válvula metacarpus	3.4	0.03	0.38	3.3 – 3.5	11.2
Poro excretor al estoma	74.6	0.52	5.66	73.6 – 75.6	7.6
Longitud cola	46.6	0.36	3.95	45.9 – 47.3	8.5
Longitud región hialina	13.9	0.18	1.96	13.5 – 14.3	14.1
Diám. región hialina al comienzo	4.2	0.05	0.57	4.1 – 4.3	13.6
Diámetro anal	9.3****	0.09	1.01	9.1 – 9.5	10.9
Dist. de ano a comienzo zona hialina	32.7	0.31	3.37	32.1 – 33.3	10.3
Dist. fasmidios al terminus	33.1*	0.27	2.89	32.6 – 33.6	8.7
Proporciones					
a	25.0	0.26	2.89	24.5 – 25.5	11.6
b	2.34	0.02	0.25	2.3 – 2.38	10.7
c	7.9	0.05	0.58	7.8 – 8.0	7.3
c'	5.0****	0.05	0.54	4.9 – 5.1	10.8
Long. cola/long. región hialina	3.4	0.04	0.39	3.3 – 3.5	11.5
Diám./altura región cefálica	2.3	0.03	0.37	2.2 – 2.4	16.1
Diámetro/altura nódulos	1.8	0.04	0.47	1.7 – 1.9	26.1
Long./diám. válvula metacarpus	1.08	0.01	0.15	1.06 – 1.10	13.9
Long. reg. hialina/long. estilete	1.43	0.02	0.24	1.39 – 1.47	16.8
Porcentajes					
Poro excretor	20.4	0.11	1.18	20.2 – 20.6	5.8
Fasmidios	91.0*	0.06	0.61	90.9 – 91.1	0.7

\* Promedio de 116 observaciones

\*\* Promedio de 118 observaciones.

\*\*\* Promedio de 119 observaciones. Los restantes promedios corresponden a 120 observaciones. Todas las medidas en  $\mu\text{m}$ .

\*\*\*\* OGDE: distancia entre la base de los nódulos del estilete y el orificio de la glándula dorsal esofágica.

La disparidad encontrada entre poblaciones en los valores promedio de algunas de las características evaluadas, así como la frecuente falta de coincidencia de sus límites de confiabilidad pueden interpretarse como una prueba de la gran variación morfométrica que presenta *M. exigua*. Se presentan también en los juveniles de esta especie cierto grado de polimorfismo, por ejemplo J2 con recto dilatado y sin dilatar.

De las consideraciones anteriores se puede concluir que para identificar en forma precisa y confiable los J2 de esta especie se requiere estudiar ciertas características cualitativas y cuantitativas. El presente estudio ha permitido definir los límites de la variabilidad, así como identificar aquellas características estables y variables en los J2 de *M. exigua*.

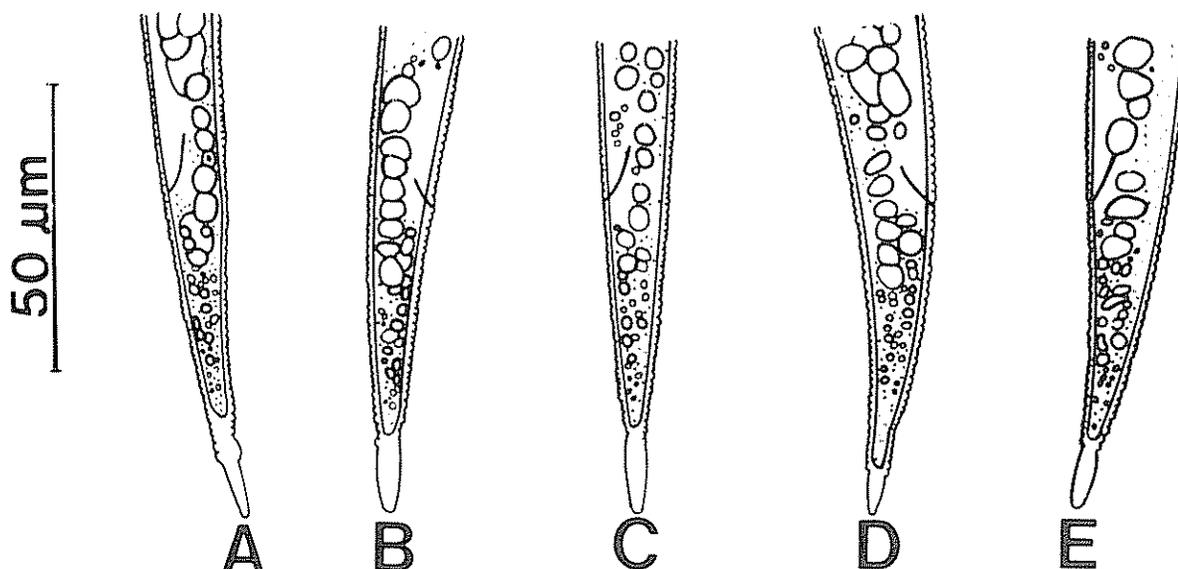


Fig. 2. Porción posterior del cuerpo de segundos estados juveniles de *Meloidogyne exigua* A-D: con recto no dilatado; E: con recto dilatado. A: Rivas de Pérez Zeledón; B: San Vito de Coto Brus; C: La Isabel de Turrialba y D-E: Naranjo

#### LITERATURA CITADA

- 1 BIRD, A.F. 1979. Ultrastructure of the tail region of the second-stage preparasitic larva of the root-knot nematode. *International Journal for Parasitology (England)* 9:357-370.
- 2 CHITWOOD, B.G. 1949. "Root-knot nematodes" Part I. A revision of the genus *Meloidogyne* Goeldi, 1887. *Proceedings of the Helminthological Society of Washington (EE.UU.)* 16:80-104.
- 3 ESSER, R.P.; PERRY, V.G.; TAYLOR, A.L. 1976. A diagnostic compendium of the genus *Meloidogyne* (Nematoda: Heteroderidae). *Proceedings of the Helminthological Society of Washington (EE.UU.)* 43(2):138-150.
- 4 FAZUOLI, L.C.; MONACO, L.C.; CARVALHO, A. 1977. Resistencia do cafeiro a nematóides; tales en progenies e híbridos, para *Meloidogyne exigua* Bragantia (Bra.) 36(29):297-307.
- 5 FORTUNER, R. 1984. Statistics in taxonomic descriptions. *Nematologica (Holanda)* 30:187-192.
- 6 HIRSCHMANN, H. 1985. The genus *Meloidogyne* and morphological characters differentiating its species. In *An Advanced Treatise on Meloidogyne* Biology and Control. Ed. by J.N. Sasser, C.C. Carter. N.C., EE.UU. v. 1, p. 79-93.
- 7 JEPSON, S.B. 1983. Identification of *Meloidogyne* a general assessment and a comparison of male morphology using light microscopy, with a key to 24 species. *Revue de Nematologie (Francia)* 6(2):291-309.
- 8 JEPSON, S.B. 1983. The use of second-stage juvenile tails as aid in the identification of *Meloidogyne* species. *Nematologica (Holanda)* 29:11-28.
- 9 LOPEZ, R. 1984. Differential plant responses and morphometrics of some *Meloidogyne* spp. from Costa Rica Turrialba (C.R.) 34(4):445-458.
- 10 LORDELLO, L.G.E.; ZAMITH, A.P.L. 1958. On the morphology of the coffee root-knot nematode *Meloidogyne exigua* Goeldi, 1887. *Proceedings of the Helminthological Society of Washington (EE.UU.)* 25(2):133-137.
- 11 SOSA-MOSS, C. 1985. Report on the status of *Meloidogyne* research in Mexico, Central America and the Caribbean countries. In *An Advanced Treatise on Meloidogyne*. Biology and Control. Ed. by J.N. Sasser, C.C. Carter, N.C., EE.UU. v. 1, p. 327-346.
- 12 TARJAN, A.C.; FREDERICK, J.J. 1978. Intraspecific morphological variation among populations of *Pratylenchus brachyurus* and *P. coffeae*. *Journal of Nematology (EE.UU.)* 10(2):152-160.
- 13 TAYLOR, D.P.; NETSCHER, C. 1974. An improved technique for preparing perineal patterns of *Meloidogyne* spp. *Nematologica (Holanda)* 20(2):268-269.
- 14 TAYLOR, A.L. 1987. Identification and estimation of root-knot nematode species in mixed populations. Florida EE.UU., Department of Agriculture & Consumer Services Bulletin no. 12 73 p.
- 15 WHITEHEAD, A.G. 1968. Taxonomy of *Meloidogyne* (Nematodea: Heteroderidae) with descriptions of four new species. *Transactions of the Zoological Society of London (England)* 31:263-401.