

MORFOHISTOLOGIA DEL SISTEMA REPRODUCTOR DE *Andiodrilus bogotaensis* EN SUELOS DE ALTA MONTAÑA TROPICAL (Páramo de Chisacá, Colombia)

CLARA H. CHAMORRO B. & EUCARIZ VILLAZON DE PINZON

Universidad Nacional de Colombia, Departamento de Biología. Apartado
Aéreo 14490. Bogotá, Colombia.

RESUMEN

Mediante un estudio ecológico en el Páramo de Chisacá (3.200 msnm) y un análisis morfo-histológico, en secciones transversales del sistema reproductor de *A. bogotaensis*, se observó que esta especie, nativa de los Páramos que circundan la Sabana de Bogotá, no presenta espermatecas y las vesículas seminales, en la gran mayoría de especímenes analizados, aparecen parasitadas por el esporozoario *Monocystis lumbrici*, reportado por primera vez en Colombia para esta especie.

SUMMARY

Andiodrilus bogotaensis, a native species to the paramos around Bogotá was observed, by means of morpho-histologic studies, to lack *spermateca*. It was also observed that the *Seminal vesicles* of the large majority of the specimens studied are inhabited by the parasite *Monocystis lumbrici*, which is reported for the first time in Colombia for *A. bogotaensis*.

Palabras clave: Edafofauna. Páramos. Morfo-histología. *Andiodrilus*. Sistema reproductor. Espermateca. Invertebrados. Esporozoario.

INTRODUCCION

Las lombrices de tierra junto con los termitas y las hormigas conforman las poblaciones animales más grandes de la comunidad del suelo; ellos contribuyen a preservar y propiciar el desarrollo del ecosistema, a través de la relación suelo-planta-animal. Esta relación es de gran importancia, no solamente para garantizar la productividad del suelo, sino también para prevenir o detener el proceso erosivo y sus consecuencias, como resultado del uso desmedido e irracional de los recursos naturales.

La actividad metabólica de las lombrices de tierra contribuye a incrementar y preservar, entre otras, las características físicas y químicas del suelo, a tal punto que, cuando las condiciones son favorables ellas constituyen el grupo animal dominante del suelo. Así mismo estos organismos mejoran la aireación del suelo e incrementan la capacidad de retención del agua, esencial para el funcionamiento de los ecosistemas de alta montaña o Páramos (Cuatrecasas, 1989), como fuentes abastecedoras de agua para las grandes ciudades.

La organización general del sistema reproductor de los Oligoquetos es, según Barnes (1969), más o menos uniforme con variaciones estructurales de gran importancia para la clasificación taxonómica.

Los representantes de la familia Glossoscolecidae son comunes en América Central y América del Sur; el género *Andiodrilus* es típico de Colombia (Righi, comunicación escrita 1975). Righi et al. (1971, 1978), realizaron estudios morfo-anatómicos de la Clase Oligoqueta y describieron entre otros, a los representantes de la familia *Glossoscolecidae* encontrada en el Brasil.

En Colombia, Fajardo y Prince (1976), estudiaron el ciclo biológico de *A. bogotaensis* y Soto (1986), analizó el contenido proteínico de ésta; lafrancesco y Portella (1987), realizaron estudios morfo-anatómicos de *Martiodrilus crassus*, de la familia *Glossoscolecidae*. Chamorro (1981, 1982), adelantó estudios bioedáficos, reportando la influencia del medio sobre la población de lombrices de tierra en la Sabana de Bogotá y sus alrededores. El presente estudio se propuso conocer las principales características morfo-histológicas del sistema reproductor de *Andiodrilus bogotaensis*, en suelos del Páramo de Chisaca a 3.200 msnm, como una contribución al conocimiento integral de los Anélidos en Colombia y con el ánimo de dilucidar aspectos relacionados con la taxonomía de las lombrices nativas de la Sabana de Bogotá y sus alrededores.

MATERIALES Y METODOS

Area de estudio

El área seleccionada para el estudio y la consecución del material bioedáfico está ubicada entre los 2.900 y 3.200 msnm y corresponde a un bosque muy húmedo Montano (IGAC, 1979), con un régimen de humedad perhúmedo, una precipitación media entre 1.000 y 2.000 mm anual y 8 °C de temperatura. El suelo del área específica de muestreo corresponde a un Typic Dystropept, desarrollado a partir de arcillas abigarradas, con un horizonte A de 20 cm de profundidad, de color pardo oscuro, textura arcillosa y estructura de prismas medianos. A éste le sigue el horizonte Bw de color gris claro, con textura arcillosa y estructura de prismas fuertemente desarrollados, que yace sobre un horizonte C de color gris claro con manchas rojizas y textura arcillosa. El uso actual es de ganadería extensiva con cultivos de papa y pastos naturales.

Trabajo de campo

Con el fin de obtener ejemplares de *A. bogotaensis*, en diferentes estadios de desarrollo, se realizaron muestreos durante la época seca (agosto-diciembre) y en la estación húmeda (mayo-octubre). En dos zonas del transecto se excavaron huecos de 60 x 60 cm. por la profundidad de los horizontes A y Bw, según la metodología de campo "al azar estratificado" (Rabinovich, 1978).

En los sitios seleccionados para la obtención del material de estudio se describieron los suelos y se tomaron muestras de los perfiles para los análisis de caracterización físico-químicas, realizadas en el laboratorio de suelos del Instituto Geográfico "Agustín Codazzi" (IGAC), cuyos resultados son los siguientes: pH 5.1, Al 3.6 me/100g, C 9.5%, BT 3.5, Ca 1.6, Mg 0.8, ST 3.4 me/100g. Estos valores corresponden al suelo Typic Dystropept, ubicado a 3.200 m.s.n.m. y, donde se registró la más alta población de lombrices de tierra.

Trabajo de invernadero

Tanto el material adulto como el juvenil se colocó en habitáculos o cajones de madera con tapa de anjeo para la preservación, observación y establecimiento de sus diferentes estadios de desarrollo (Fig. 1). Estos organismos se cultivaron con las siguientes dietas alimenticias: desechos biodegradables de vegetales (cáscaras de frutas) y de animales (estiércol de bovino y equino).



FIGURA No. 1 *Andiodrilus bogotaensis* bajo condiciones de invernadero

Procesamiento histológico

Después de vaciar el contenido intestinal de las lombrices sexualmente maduras, se seccionó la región anterior entre las somitas VIII y XIV posible sitio de ubicación de los órganos reproductores. La región clitelar se estudió en una segunda sección, a partir de los segmentos XV al XXVI. Estas secciones se fijaron, unas en soluciones de Bouin y otras en formol al 10%; después se deshidrataron con alcoholes seriados y se incluyeron en parafina. Posteriormente se hicieron cortes transversales de 6 y 7 micras de espesor y se colorearon con Mallory y Hematoxilina-Eosina (H-E) y Hematoxilina-Eosina (H-E).

Resultados y discusión

El tamaño de las poblaciones de lombrices de tierra oscila, según Chamorro (1990), en relación con la altitud (msnm) y con la profundidad del perfil del suelo (cm). En el transecto seleccionado en el Páramo de Chisacá, el punto altitudinal de mayor densidad de lombrices de tierra está a 3.200 msnm y la profundidad ideal en el perfil del suelo corresponde a los primeros 20 cm. o sea, al horizonte A del perfil modal seleccionado. De acuerdo con la diversidad de lombrices de tierra del Páramo de Chisacá, *Andiodrilus bogotaensis* es única y característica del suelo *Typic Dystropept* ubicado justamente a los 3.200 msnm. Este

hecho unido a la necesidad de profundizar en el conocimiento de las lombrices nativas correspondientes a los ecosistemas de alta montaña, facilitó la selección y consecución del material biológico utilizado en el presente trabajo.

Análisis morfo-histológico

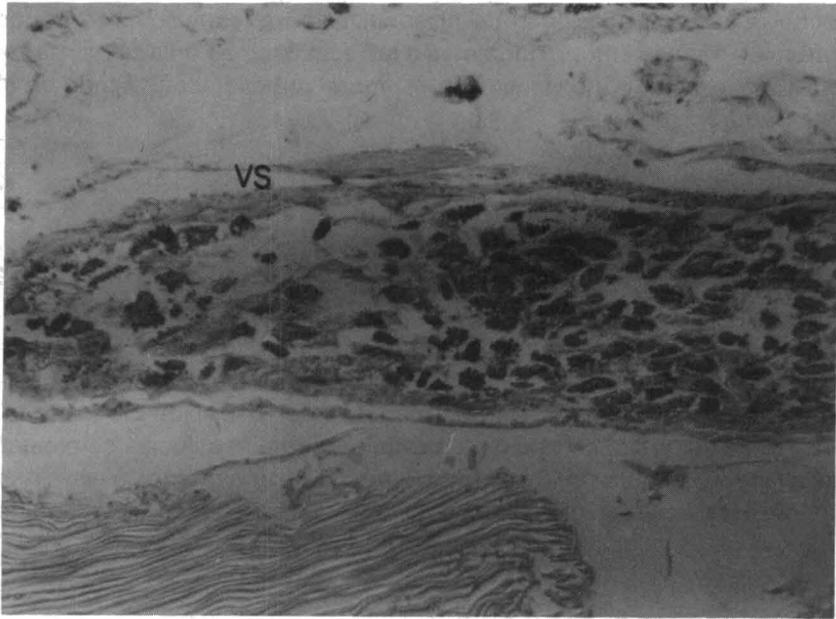
Organos reproductores

Los órganos reproductores de *A. bogotaensis* se encuentran ubicados entre los segmentos VIII y XIV. Al examinar macroscópicamente los especímenes sexualmente maduros se observan externamente, hacia la VIII somita de la región ventral, manchas de coloración blanca rosácea. Tales manchas corresponden a tres pares de vesículas seminales (VS), situadas en la región ventral y posterior al esófago; éllas estan constituidas por seis lobulaciones de color blanco hueso y de tamaño prominente en relación a los demás órganos reproductores (Fig. 2).

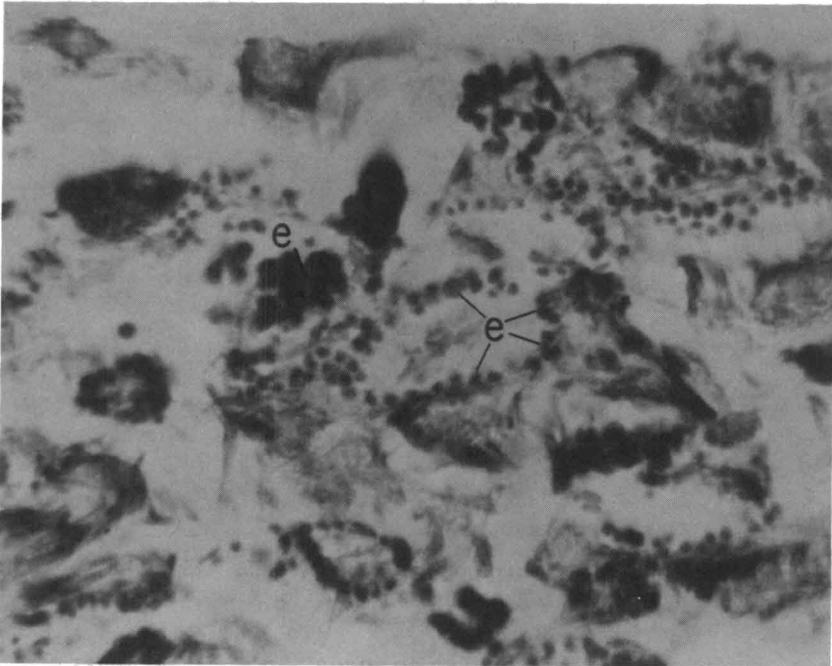


FIGURA No. 2 Organos reproductores de *A. bogotaensis* y diferentes estadios de desarrollo. Clitellum (cl), órganos reproductores (or), capullo (c)

Mediante el estudio histológico se encontró que las vesículas seminales aparecen en forma de bolsas, rodeadas externamente por fibras de músculo liso y tejido conjuntivo (Fig. 3 a y b).



a



b

FIGURA No. 3 a) Vesícula seminal (VS).
b) Espermatogonias delimitando compartimientos ovoides dentro de la vesícula seminal.

En el interior de las vesículas se observaron agrupaciones de células espermatogénicas de color morado (coloración H-E), que delimitan espacios o compartimientos de forma ovoidea, dispuestas unas en hilera y otras de la misma línea espermatogénica, a manera de racimos que llenan los compartimientos (Fig. 3, b). También se observaron espermátides, células más pequeñas que las anteriores y, muy cerca de ellas, se encuentran grupos de espermatozoides, los cuales se disponen radialmente como etapa final del proceso de espermiogénesis. De acuerdo con Warren (1959), estos estadios generales en el desarrollo de los espermatozoos son característicos tanto en la gran mayoría de invertebrados como en todos los vertebrados.

Como resultado del estudio morfo-histológico se pudo comprobar que los miembros de la familia Glossoscolecidae, en la época de actividad sexual, desintegran sus testículos en grupos de células espermatogénicas en maduración las cuales se distribuyen dentro de los sacos espermáticos o vesículas seminales, tal como se observa en la (Fig. 3a). Es importante anotar que, de acuerdo a las observaciones realizadas en este trabajo, las células de la línea espermatogénica de *A. bogotaensis* siguen una disposición especial a manera de compartimientos ovoideos, posiblemente igual en todos los taxa de la familia *Glossoscolecidae*; *Lumbricus terrestris* presenta estas células organizadas a manera de rosetas. La Fig. 4 muestra claramente que en la parte posterior de cada testículo hay un embudo espermático ciliado, el cual está contenido dentro de las vesículas seminales.

Las vesículas seminales se comunican con los vasos deferentes, los cuales conducen los espermatozoides al gonoporo masculino para ser expulsados en el momento de la copulación y pasar a la otra lombriz, ya que, aunque estos organismos son hermafroditas, la fecundación es cruzada. También fue posible comprobar que en esta especie no existen espermatecas para almacenar los espermatozoides de la lombriz compañera, como sí ocurre en *Lumbricus* sp. donde hay uno o más pares de éstas. Posiblemente la ausencia de espermatecas incide sobre la baja tasa de reproducción de *A. bogotaensis*.

En el Páramo de Chisacá *A. bogotaensis* representa apenas el 4% de la población total de lombrices, mientras que, especies de los géneros *Octalasion* (25%), *Dendrobaena* (17%) y *Bimastus* (35%) de la familia Lumbricidae constituyen las mayores poblaciones (Chamorro, 1990). Es importante anotar que, tal como se observa en la Fig. 5 a y b, las vesículas seminales de algunos de los especímenes de *A. bogotaensis*, analizados en este trabajo aparecen parasitados por el esporozooario *Monocystis lumbrici* (Booolootian, 1986).

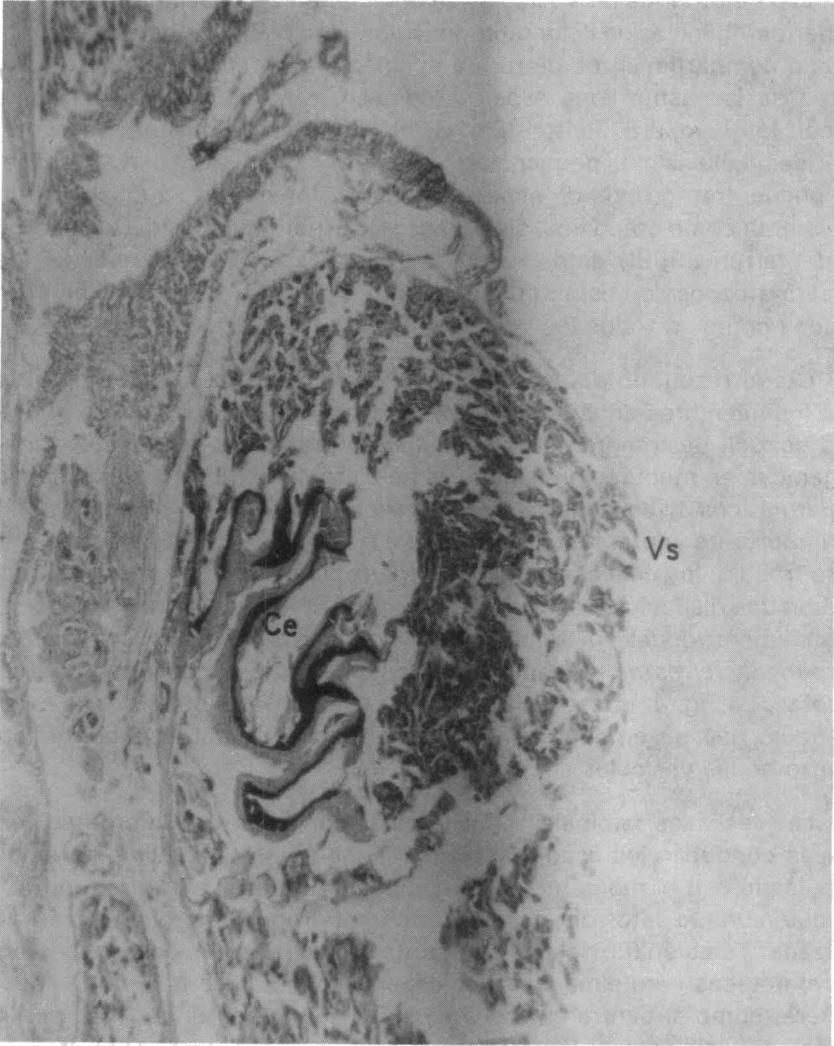
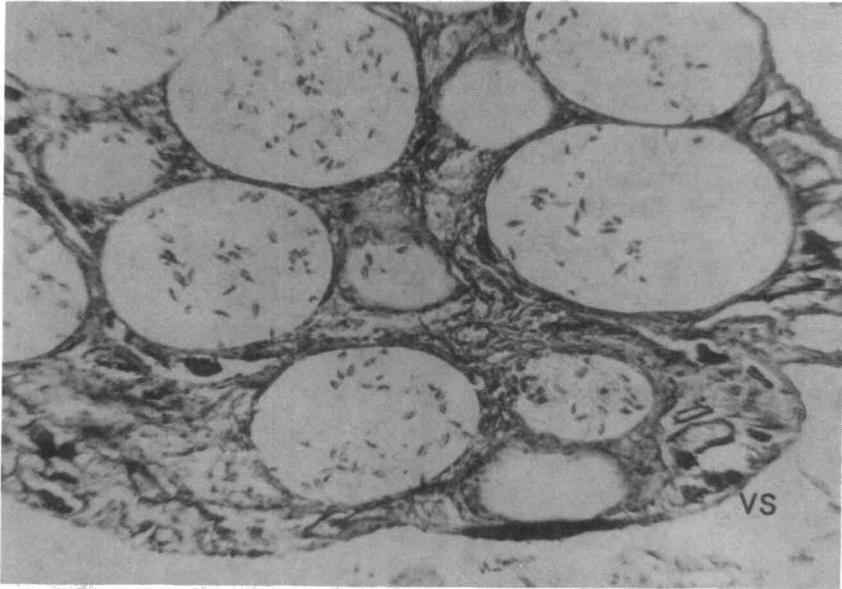


FIGURA No. 4 Conductos espermáticos ciliados dentro de la vesícula seminal (Vs)

Los ovarios de los Oligoquetos ocupan una posición posterior con respecto a los testículos pero el gonoporo femenino es anterior al gonoporo masculino (Novikoff, 1963). En *A. bogotaensis* los órganos reproductores femeninos están constituidos por un par de ovarios muy pequeños de forma laminar y cuyo tejido es de consistencia blanda. El estudio de los micropreparados mostró agrupaciones de ovogonias en maduración (Fig. 6, a), algunas dentro del folículo ovárico rudimentario, en cuya parte central

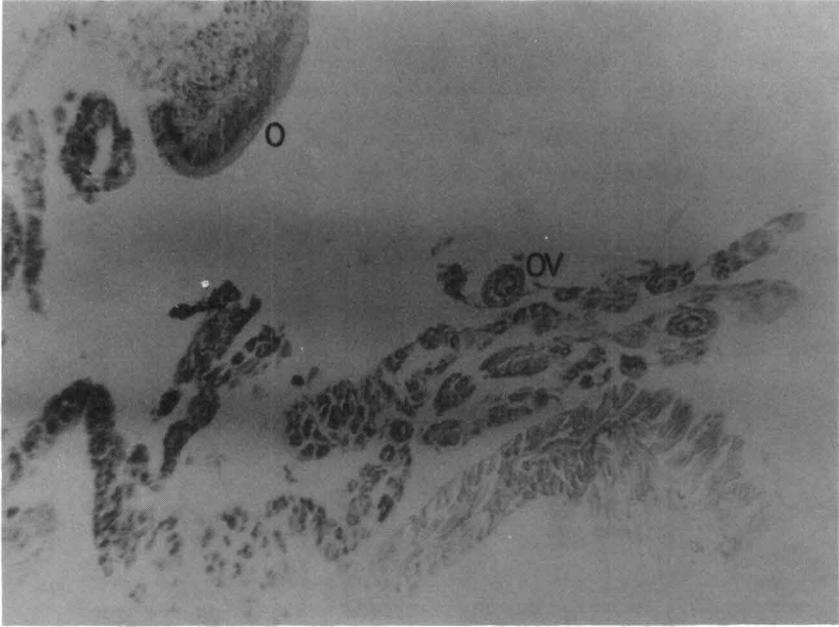


a

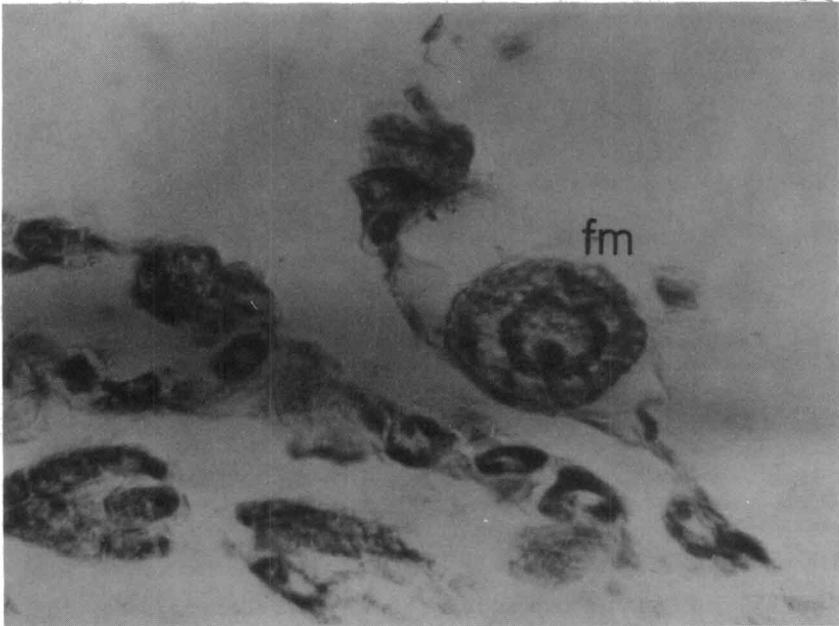


b

FIGURA No. 5 a) Vesícula seminal (VS) parasitada por el esporozoario *Monocystis lumbrici* 10X (E).
b) Esporozoario *M. lumbrici* en un compartimento de la vesícula seminal 40X.



a



b

FIGURA No. 6 a) Oviducto (o) y Ovogonias (ov) en maduración
b) Folículo maduro (fm) 40X

se aloja la célula huevo, con un núcleo grande con abundante citoplasma, rodeado de células foliculares en forma de sincicio, tal como se observa en la Fig. 6,b. Entre las células del folículo se encuentra un espacio parecido al antro folicular de los folículos de los vertebrados; a medida que éste madura expulsa el óvulo hacia los oviductos, los cuales están revestidos de un epitelio columnar simple y rodeado de cilios (Fig. 6, a), resultado que coincide con Paniagua (1983); de allí pasa al gonoporo femenino para ser fecundado en el anillo mucoso del *clitelo*.

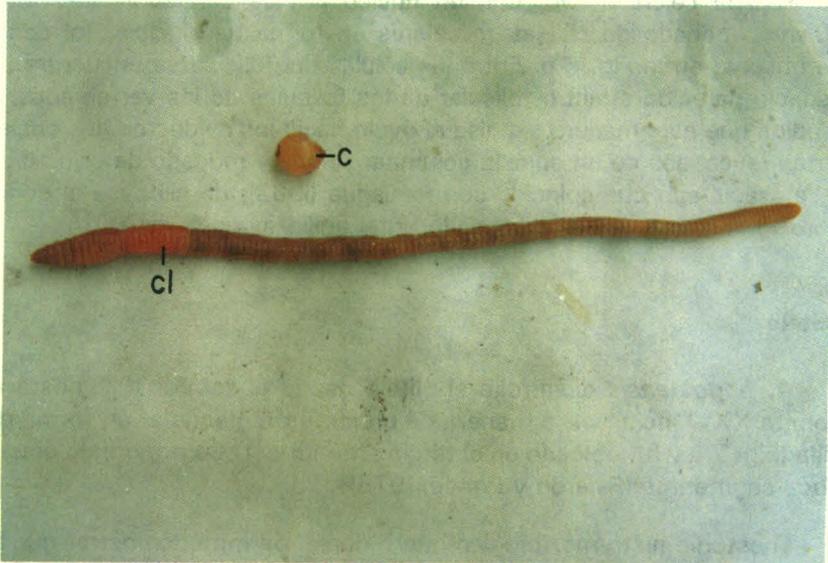
Clitelo

A. bogotaensis desarrolla el clitelo desde el somita XV hasta el somita XXVI inclusive, a manera de un cinturón glandular en forma de silla (Fig. 7 a y b), ubicado en el tercio anterior del cuerpo, donde ocupa doce segmentos (Fajardo y Prince, 1976).

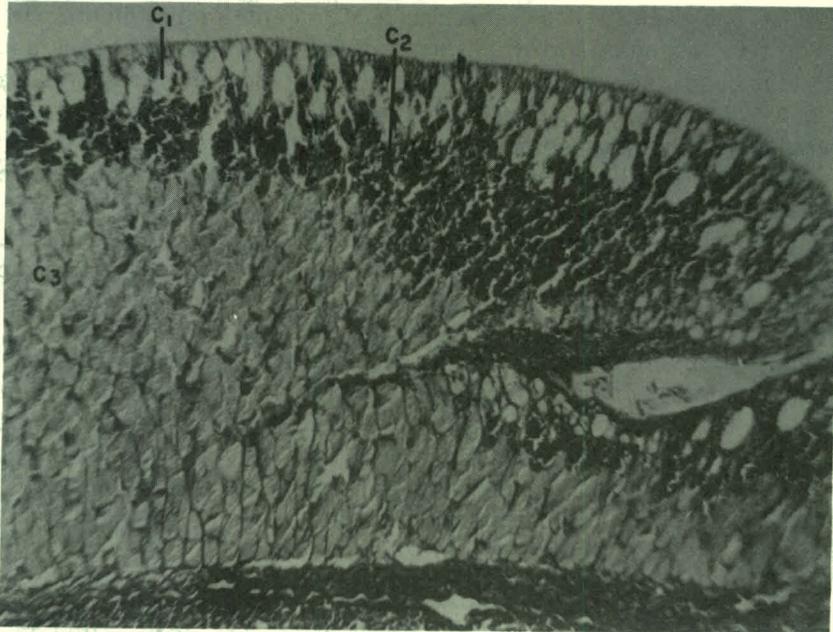
El estudio histo-morfológico latero-dorsal permite demostrar que la estructura del clitelo está formada por una cutícula externa seguida de 15 a 20 capas de células epiteliales, posiblemente con diferente contenido citoplasmático y distribuidas en tres zonas (Fig. 7, b). Las dos primeras capas, adyacentes a la cutícula, están formadas por glándulas unicelulares mucosas (c1); las células de las capas siguientes presentan granulaciones gruesas y grandes que con el colorante de Mallory toman una coloración azul intensa (c2). En la tercera zona, hay mayor número de capas celulares caracterizadas por tener en el citoplasma gránulos más pequeños y homogéneos de color grisáceo (c3), la que se extiende hasta quedar en contacto con la capa de músculos circulares del cuerpo de la lombriz (Fig. 7, b).

La región ventral del clitelo muestra menos estratos celulares que la región latero-dorsal. Hacia la región interna del cuerpo de la lombriz y debajo de las capas de músculos circulares hay un gran número de glándulas multicelulares arracimadas (Fig. 8, a y b). Las secreciones de las células glandulares descritas son utilizadas para la fijación durante la cópula, en la formación del anillo mucoso y en la maduración de los huevos (estadios embrionarios).

En *A. bogotaensis* los tubérculos de la pubertad (tp) ocupan de 4 a 6 segmentos del clitelo (cl), correspondiente a las somitas XVII a XXIII (Fig. 9a); la formación de éstos como caracteres sexuales secundarios es atribuida, según Herlant-Meewis (1959, en Fernández et al., 1979) a la multiplicación activa de las células basales de la región ventral del clitelo, tal como se comprobó en el presente estudio y se observa en la Fig. 9, b.

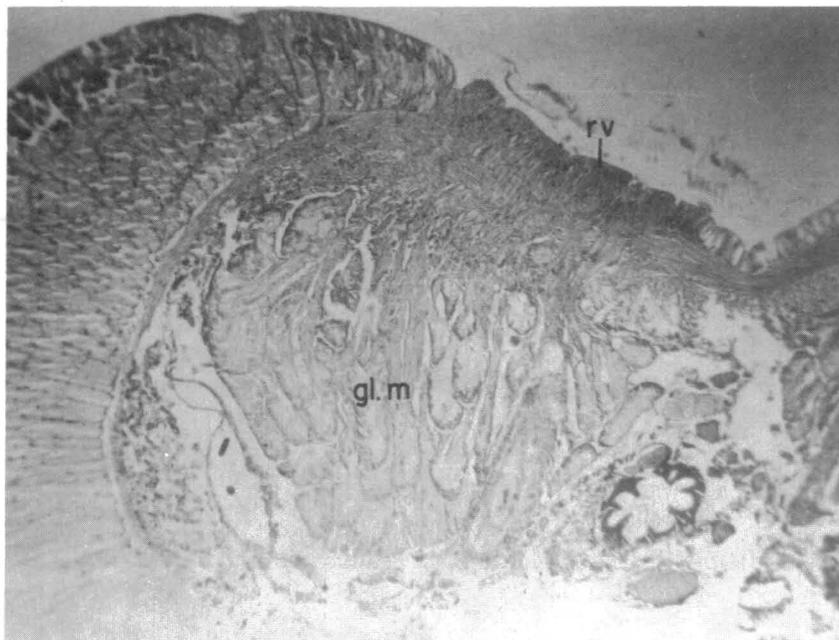


a

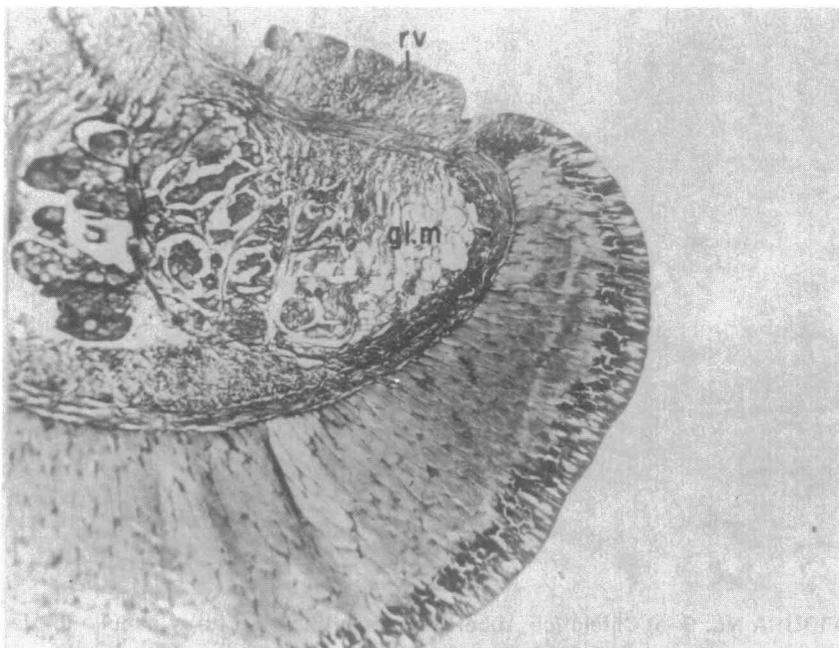


b

FIGURA No. 7 a) *A. bogotaensis* sexualmente madura.
cl = clitelo; c = capullo
b) Región latero dorsal del clitelo. c. t. 40X c1 = células mucosas,
c2 = células con granulaciones gruesas, c3 = células con granulaciones finas



a



b

FIGURA No. 8 a y b Región ventral del clitelo (rv) y glándulas multicelulares (gl.m)

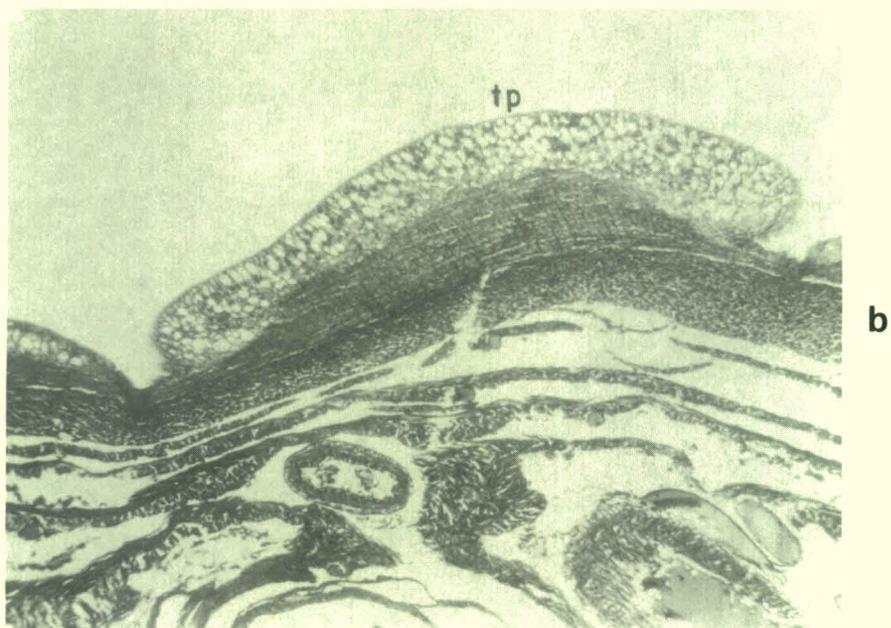
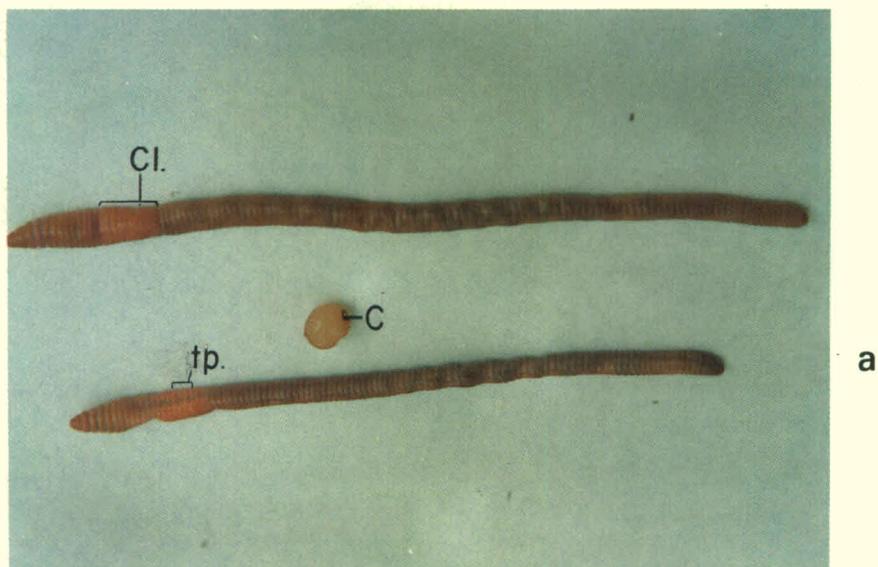


FIGURA No. 9 a) Clitelo (cl), tubérculos de la pubertad (tp) y capullo (c) de *A. bogotaensis*
b) Región latero-ventral del clitelo con tubérculos de la pubertad c. t. 40X.

En el anillo mucoso secretado por las células glandulares del clitelo se realiza la fecundación de los huevos así: después de la copulación, el anillo se separa del cuerpo de la lombriz desplazándose poco a poco mediante movimientos contráctiles; a medida que el anillo se desplaza recibe los óvulos del gonoporo femenino y luego los espermatozoides del gonoporo masculino dejados por la otra lombriz para su fecundación; este desplazamiento continúa hasta llegar a la cabeza, donde los extremos del anillo mucoso se cierran herméticamente para caer al suelo y continuar el ciclo biológico.

Las lombrices en sus estadios embrionarios se nutren con las sustancias albuminoideas que contiene el cocón o capullo (c), el cual, en su estado inicial de desarrollo, es de color blanco traslucido, bastante turgente, semejante a un balón en miniatura. Más o menos hacia la segunda semana éste presenta una mancha en uno de los polos (Fig. 9a), la que alrededor de la cuarta semana evoluciona hacia un color rosáceo; de la quinta a la sexta semana toma una coloración pardo rojiza y disminuye su turgencia hasta el momento de la eclosión, cuando emergen una o dos lombrices por capullo. Estas observaciones concuerdan con las realizadas por Fajardo y Prince (1976).

Conclusiones y recomendaciones

1. *A. bogotaensis* se encuentra en el Páramo de Chisacá a 3.200 msnm donde habita, preferencialmente, el horizonte A del suelo Typic Dystropept y conforma el 4% de la población total de lombrices de tierra.
2. *A. bogotaensis* no presenta espermatecas, hecho que posiblemente incide en su baja tasa de reproducción.
3. Se reporta, por primera vez, la presencia del esporozoario *Mono-cystis lumbrici* en las vesículas seminales de *A. bogotaensis*.
4. Los tubérculos de la pubertad de *A. bogotaensis* se ubican entre las somitas XVIII a XXIII del clitelo.
5. Se corroboró la existencia de diferencias morfológicas del sistema reproductor de *A. bogotaensis* en relación con otras especies del género *Andiodrilus*.
6. Con base en el conocimiento del ciclo reproductivo de *A. bogotaensis* y, debido a que desde la emergencia hasta la madurez sexual este proceso puede durar más o menos cuarenta semanas, no se recomendaría utilizar esta especie en programas de producción ma-

siva, pues el ciclo biológico es largo y, solamente se obtiene un 1 % de la población lo cual no la haría rentable. Dadas las características estructurales se recomienda *A. bogotaensis* como modelo didáctico en cursos de Morfología y Reproducción, ya que si bien el estudio de la anatomía de *Lumbricus* se encuentra en muchos textos de Zoología, del sistema reproductor a nivel morfo-histológico se sabe muy poco.

Agradecimientos

Las autoras agradecen al Centro de Investigaciones Científicas de la Universidad Nacional (CINDEC) quien financió este trabajo, al Departamento de Biología por las facilidades operativas para la realización del mismo y al señor Ramón Fernández del Laboratorio de Microtecnia, por su gentil colaboración.

BIBLIOGRAFIA

- BARNES, R. D. 1969. Zoología de Invertebrados. Edit. Interamericana S.A., México. 761 p.
- BOOLOOTIAN, R. A. 1986. Zoología. Edit. Limusa, México. 616 p.
- CUATRECASAS, J. 1989. Aspectos de la vegetación natural de Colombia. Rev. Pérez. Arbelaezia, Vol. 2 No. 8 155-283 pp.
- CHAMORRO, C. 1981. Correlación entre la población de lombriz de tierra y características físico-químicas de tres suelos seleccionados de la Sabana de Bogotá. Tesis Magister Scienza, Universidad Nacional de Colombia - ICA, Bogotá. 183 p.
- CHAMORRO, C. 1982. Influencia del medio edáfico sobre la población de lombriz de tierra en la Sabana de Bogotá. Boletín Dpto de Biología, Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, 1(4): 61-67 p.
- CHAMORRO, C. 1990. Las lombrices de tierra y su correlación con las características químicas del Páramo de Sumapaz. Instituto Geográfico "Agustín Codazzi". Bogotá. Rev. Investigaciones, Vol. 2, No. 1.
- FAJARDO, G. y C. PRINCE. 1976. Ciclo biológico y algunos aspectos ecológicos de lombrices de tierra en dos suelos de la Sabana de Bogotá. Tesis, Universidad Nacional de Colombia. Bogotá. 77 p.
- FERNANDEZ, I. y J. BENITO. 1979. Estudio histológico de la zona ventral clitelar de *Lumbricus papillosus*. Friend Bol. R. Soc. Española de Historia Natural (Biol.), 77: 349-359 pp.
- FERNANDEZ, I. 1979. Formación de tubérculos pubertarios y de la zona ventral clitelar de *Lumbricus papillosus*. Friend Bol. R. Soc. Española de Historia Natural (Biol.), 77: 373-385 pp.
- IAFRANCESCO, G. y E. PORTELLA. 1987. Contribución a los estudios morfoanatómicos en Anelidos-Glossoscolecidos de Colombia. Morfología y Anatomía de *Martiodrillus crassus*. Rev. Fac. Ciencias Universidad Javeriana, Vol. 1, No 1 67-84 pp.
- INSTITUTO GEOGRAFICO "AGUSTIN CODAZZI" Bogotá, (Colombia). IGAC. 1977. Zonas de vida o Formaciones Vegetales de Colombia. Bogotá. Vol. 13, No 11, 238 p.
- NOVIKOFF, M. M. 1963. Fundamentos de Morfología comparada de los invertebrados. Edit. Universitaria, Buenos Aires. 466 p.
- PANIAGUA, R. y M. NISTAL. 1983. Introducción a la Histología Animal comparada. Edit Labor Universitaria. Buenos Aires. 138 p.
- RABINOVICH, J. 1978. Ecología de poblaciones animales. Washington. OEA Monografía 21. Serie de Biología.

RIGHI, G. 1971. Sobre a Família Glossoscolecidae (Oligochaeta) no Brasil. Arq. Zool. S. Paulo, Vol. 20(1): 1-95 pp.

RIGHI, G.; AYRES, I. y ECR BITTENCOURT. 1978. Oligochaeta (Annelida) do Instituto Nal de Pesquisas da Amazonia. Acta Amazonica. Vol. 8(3):supl. 1-49 pp.

SOTO, L. H. 1986. Contenido proteínico de la lombriz de tierra *A. bogotaensis* criada en cautiverio. Tesis, Universidad Nacional de Colombia, Dpto de Biología. 120 p.

WARREN, A. 1959. Textbook of Comparative Histology. N. York Oxford University Press 652 p.