



12
28

Universidad Nacional Autónoma de México

Facultad de Ciencias

**ESTUDIO MORFOLOGICO DEL SISTEMA NERVIOSO CENTRAL
Y PERIFERICO DE: Limax sp.**

TESIS PROFESIONAL

Que para obtener el título de:

B I O L O G O

P r e s e n t a :

Patricia G. Arellano Nava

México, D. F.



1990



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

I N D I C E

PAGINAS

| | |
|--------------------------------|----|
| INTRODUCCION | 1 |
| OBJETIVO | 7 |
| GENERALIDADES | 8 |
| MATERIAL Y METODO | 13 |
| RESULTADOS | 15 |
| - Ganglio Cerebral | 17 |
| - Ganglio Pedal | 27 |
| - Ganglio Pleural | 36 |
| - Ganglio Parietal | 45 |
| - Ganglio Visceral | 50 |
| - Inervación Superficial | 55 |
| DISCUSION | 66 |
| CONCLUSIONES | 68 |
| BIBLIOGRAFIA | 70 |
| ANEXOS | 74 |

INTRODUCCION

Una de las áreas de gran interés en la biología es el estudio de la histología. Es importante realizar y considerar éste tipo de estudios, no sólo como descriptivos; aunque éstos nos brindan información, sino también, como estudios auxiliares para establecer relaciones filogenéticas entre los organismos, dependiendo de los distintos tejidos que presenten y su arreglo en las diferentes estructuras, contribuyendo así, al estudio de la filogenia animal.

Entre los invertebrados el Phylum Mollusca es el segundo en abundancia y diversidad, siendo sin duda la Clase Gastropoda la más rica en número de especies actuales y fósiles.

La palabra Gasterópodo, viene del griego -gastér, gastros que significa estómago, vientre; y de podós, podós, que significa pie; esto es que, son animales que presentan la boca localizada cerca del pie.

Los primeros gasterópodos aparecieron al comienzo del período Cámbrico, y se han extendido hasta ocupar hoy en día una gran variedad de ambientes.

Desde hace varios años el Sistema Nervioso de los moluscos en especial el de los gasterópodos, ha sido estudiado por distintos autores. Principalmente se ha investigado desde el punto de vista fisiológico y los estudios anatómicos e histológicos, son escasos; de los cuales hay poca información. Los datos que de éstos se tienen son incompletos y aislados, siempre haciendo referencia a los componentes del Sistema Nervioso en diferentes géneros y especies de gasterópodos, nunca en un mismo animal.

Los trabajos que se han publicado mencionan que el Sistema Nervioso de los gasterópodos pulmonados es ganglionado y algo complejo, formado por la concentración y fusión de pares de ganglios (Figs. 1 y 2). Presentan un par de GANGLIOS CEREBRALES ó GANGLIO SUPRAESOFAGICO, que está concentrado en un anillo nervioso circun-esofágico, estos ganglios se encuentran situados a nivel de la parte posterior del esófago, así como de la faringe y los ductos de las glándulas del intestino anterior.

Los GANGLIOS CEREBRALES dan origen a nervios que se dirigen hacia adelante y establecen unión con los dos pares de tentáculos, el segundo par lleva en su porción epical los ojos. Estos ganglios se encuentran unidos a otros ganglios por largos tractos nerviosos circumesofágicos.

El anillo ganglionar está formado además por la fusión de pares de GANGLIOS PEDALES, PARIETALES, PLEURALES, que van a inervar el pie; las branquias y el osfradio; así como el manto y el músculo de la columna, respectivamente. También existe un par de GANGLIOS VISCERALES unidos por una comisura común y próximos a la masa visceral que inervan los órganos de esta región.

No incluidos en el anillo circumesofágico está el par de GANGLIOS BUCALES localizados entre la faringe y el esófago que inervan los músculos de la rúdula y otras estructuras circundantes, se encuentran conectados con los GANGLIOS CEREBRALES por los nervios cerebrobucales.

Bullock (1965), Leake (1975) y Paniagua (1983), describen la estructura de los ganglios nerviosos, en donde mencionan que éstos presentan una vaina de tejido conjuntivo, que los rodea y protege;

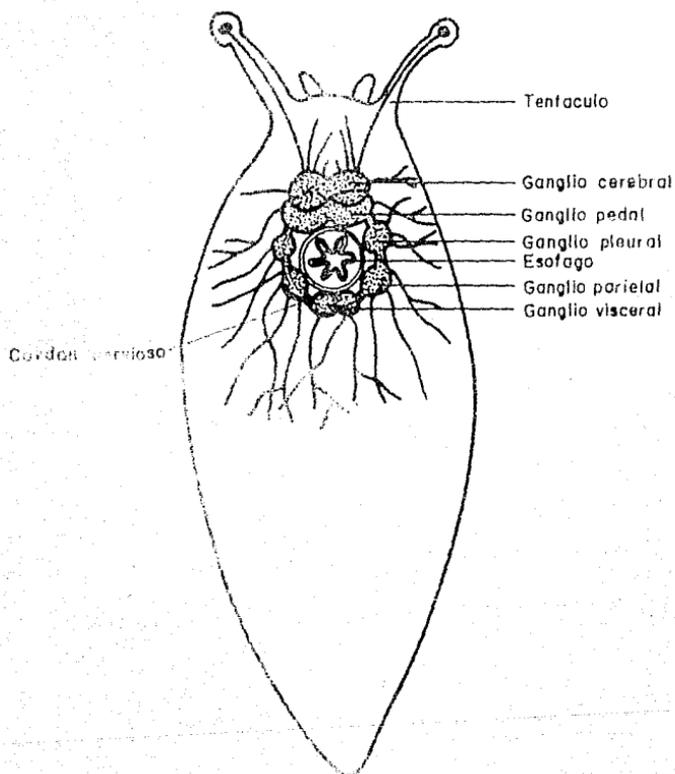


fig. 1 Esquema que muestre la situación dorsal de los ganglios nerviosos, unidos por cordones de fibras nerviosas de un Limaco.

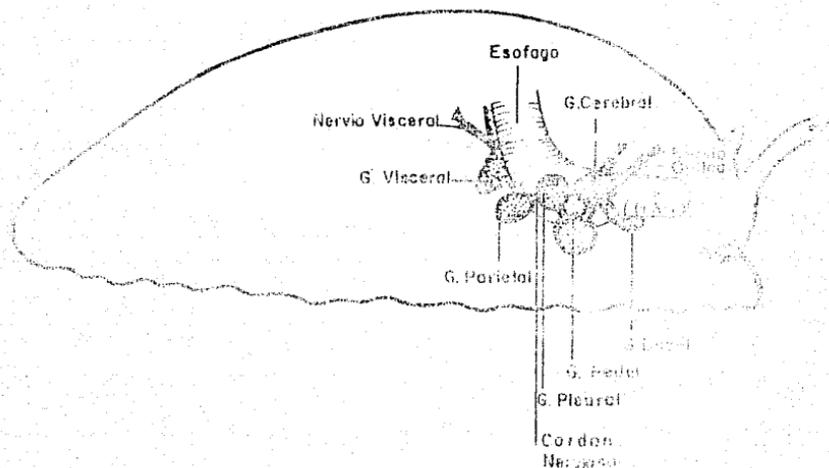


Fig. 2. Esquema de un limaco que muestra los ganglios nerviosos unidos por cordones nerviosos, distribuidos en un corte sagital.

por debajo de la vaina, se encuentran muchas células esferoidales de estirpe glial, que rodean a las neuronas, las cuales están en la periferia del ganglio. Las células gliales se entremezclan con las fibras nerviosas que a su vez, forman una masa de fibras nerviosas, en el centro del ganglio, llamado neuropilo.

Kunze (1919) observó dos células largas en el ganglio cerebral de tres especies de Helix, también en Arion sp., Zonites sp., y Limax sp., además de células gigantes en la cadena visceral de H. pomatia. Por otra parte hay reportes de células gigantes que se encuentran en el ganglio cerebral de Helix plicata por Mathes, 1914; en el ganglio pedal de Lymnaea stagnalis Carikker and Bils tad, 1946, Archachatina Nesbit, 1961, y Achatina fulica Ghose, -- 1962; y en el ganglio de la cadena visceral de Apersa Watson, 1915, Stenogyra Wille, 1915, y Archachatina Nesbit, 1961.

Abraham (1940) reportó en Helix pomatia la presencia de numerosas células ganglionares ya sea unipolares, bipolares y multipolares entre las capas musculares de la pared del intestino, siendo especialmente mayor su concentración en la unión del estómago e intestino. Bullock (1965), reporta la presencia en Limax sp. de un plexo estomatogéstrico con células unipolares, bipolares y multipolares. También describe los plexos nerviosos subepidérmicos en Limax agrestis, en donde dice que éste presenta un arreglo regular, y que en la inervación del pie hay dos cordones longitudinales simétricos conectados por medio de comisuras y con grupos de células ganglionares en cada intersección.

Elo (1938), menciona que desde el ganglio cerebral se originan nervios tentaculares que se dirigen hacia los tentáculos, y

que éstos pueden formar un ganglio ó un plexo en Lymnaea stagnalis.

Bullock (1965) y Marshall (1981), registran un pigmento intracelular con propiedades neurohormonales en las células nerviosas - de algunas especies de pulmonados.

Benjamin y Swindale (1975); Kai-Kai y Kerkut (1979); y Kai-Kai (1979), reportaron en Lymnaea stagnalis y Helix aspersa, por medio de estudios de autorradiografía y fluorescencia la presencia de células neurosecretoras, que son de tres tipos diferentes, a las cuales les dan el nombre de células verde oscuro, células verde claro y células amarillas, determinando de ésta manera la presencia en éstas células de 5-Hidroxitriptamina, dopamina e histamina.

En 1962, 1964 y 1965, Costero y Berroso-Moguel, por medio de las sales de plata y las sales de cromo, demostraron que las células elaboradoras de catecolaminas son intensamente cromafines y débilmente argentafines, al mismo tiempo que las almacenadoras de serotonina son, débilmente cromafines e intensamente argentafines; describiendo de esta manera, la estructura y función del sistema argentafín, en el tejido de humano. Este sistema argentafín se ha aplicado tanto a vertebrados como a invertebrados.

O B J E T I V O

El propósito de este trabajo es contribuir con los estudios microscópicos del sistema nervioso de Limax sp. el conocimiento de los gasterópodos, mediante métodos histológicos y con las técnicas de impregnación argénto-aúrica de la escuela hispano-mexicana, del Sistema Nervioso Central y Periférico de Limax sp.

GENERALIDADES

Limax sp. es un molusco terrestre que se conoce con el nombre de babosa. Su clasificación taxonómica es la siguiente que fue tomada de Hyman, L. H. (1967):

| | |
|--------------|------------------|
| Phylum | Molluscs |
| Clase | Gastropoda |
| Subclase | Pulmonata |
| Orden | Stylommatophora |
| Superfamilia | Zonitacea |
| Familia | Limacidae |
| Género | <u>Limax</u> sp. |

Los moluscos son organismos metazoarios, celomados, protostomados, fundamentalmente de simetría bilateral (perdida en los gasterópodos, aunque la recobran secundariamente algunos gasterópodos pulmonados), cuerpo blando y no segmentado. Presentan una cabeza bien definida y órganos cefálicos sensoriales especializados; una concha; un pie y una masa visceral muy desarrollada ubicada dorsalmente. Dentro del grupo de los Limacidae se encuentran organismos tanto acuáticos como terrestres; a éstos últimos se les consideran más evolucionados que los demás gasterópodos por las estructuras y el arreglo que éstas presentan. (Fig. 3)

Los gasterópodos, presentan dos pares de tentáculos invaginables, en algunos de ellos los ojos están situados en las puntas del par posterior; éstos son ocelos con la copa pigmentada directa; algunos son simples copas, mientras que otros son ojos complejos. -- Los ojos más sencillos son copas epidérmicas abiertas, diferencia-

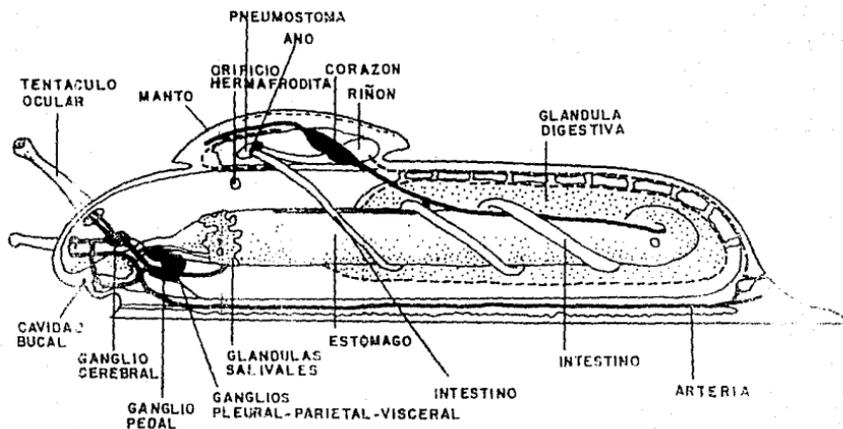


Fig. 3 Esquema que muestra la organización general de un Limaco.

des en células sacorriales y células pigmentadas recubiertas por una capa mucilina con bastones. Las fibras de las células sacorriales se extienden hasta el nervio óptico.

La concha típica de los gasterópodos es una estructura cónica compuesta de espiras tubulares, que contiene en su interior la masa visceral del individuo. Y consta típicamente de cuatro capas. El periostraco anterior es delgado y está compuesto de un material proteínico llamado conquiolina ó conquina. Las capas interiores constan de carbonato de calcio. La concha es segregada por la superficie glandular externa del manto. La concha falta en numerosos géneros de limaceos, grupo al que pertenece Limax.

La pared externa del cuerpo es gruesa y musculosa; la capa externa de la pared del cuerpo es la epidermis, ésta tiende a desarrollar células especializadas para la secreción mucosa, para la recepción sensorial y para la creación de corrientes zoro-acústicas; además se ve en células glandulares. (Fig. 32). Debajo de la epidermis se encuentra la dermis, formada por tejido conjuntivo y muscular liso. La porción ventral de la pared del cuerpo está transformada totalmente en un pie musculoso, utilizado para la locomoción en diversas tipos de superficies. Las fibras musculares del pie, están entrecruzadas en diferentes capas y se orientan en todas las direcciones, formando masas complejas, lo que permite gran variedad de movimientos. Además de la tracción, una de las funciones del pie es la secreción de moco, debido a la existencia de gran cantidad de glándulas que producen el mucus para la lubricación.

Los pulmonados tienen una glándula mucosa dorsal, que se abre por encima y por delante del borde anterior del pie; algunos pulmo

nados terrestres tienen también glándulas mucosas en el extremo - posterior ventral del pie.

El aparato digestivo consta de una cavidad bucal, endurecida que contiene casi siempre una rádula denticulada a modo de probós- cide. El aparato radular se compone de la rádula, una especie de cinta dentada, que se desenrolla sobre un soporte, el odontóforo y del saco de la rádula, que contiene la rádula cuando está en re- poso. El esófago de origen estomodeal, contiene las regiones es- pecializadas para el almacenamiento y trituración de alimentos, - además presenta glándulas esofágicas. El tubo digestivo medio, - que es el centro de la digestión y la absorción consta de: estó- mago, un par de glándulas digestivas gruesas llamadas generalmen- te hepatopáncreas, incluyendo, además una parte del intestino. - El tubo digestivo posterior consta de un intestino, generalmente largo, que termina en el ano, el cuál se encuentra ubicado en la parte anterior y dorsal del manto, junto al orificio del pneumog- tomo. (Fig. 3)

En los pulmonados el aparato circulatorio está representado por un corazón bien definido formado por dos cámaras, una aurícu- la y un ventrículo; además existen vasos sanguíneos, la sangre - circula generalmente a través de los espacios abiertos, los se- nos y las lagunas periviscerales, que rodean el celoma.

La circulación, en general, se efectúa de la siguiente mane- ra: La sangre que vuelve del pulmón está oxigenada, de modo que la sangre que se encuentra en el corazón es arterial; bombeando - la sangre hacia los tejidos para la distribución del oxígeno y re- coger el anhídrido carbónico. La corta aorta se subdivide en una

arteria cefálica que lleva la sangre a la cabeza y al pie, y en una arteria visceral, que desemboca en las legunas que rodean las vísceras. La sangre es recogida en un sistema de senos, que la lleven al pulmón, generalmente por medio de lagunas que rodean al riñón. No obstante, en algunos pulmonados, la sangre vuelve directamente del riñón a la aurícula. La sangre de los gasterópodos suelen contener amebocitos y un pigmento respiratorio soluble: la homocianina, pigmento azul que contiene cobre.

El aparato respiratorio: en el grupo de los pulmonados, su nombre deriva de la conversión de la cavidad del manto en un pulmón. Los pulmonados tienen una cavidad pleural anterior con las paredes muy vascularizadas. La sangre vuelve a una sola aurícula como se mencionó anteriormente, por otra parte, el manto está comprimido contra el lado derecho del pie, dejando sólo un pequeño orificio, el pneumostoma y a través del cuál entra y sale el aire, llevándose a cabo de esta manera la respiración.

El aparato excretor lo forma un sólo par de riñones, a veces reducido a uno solo, en forma de U, estrechamente asociado a la cavidad pericárdica en la que está el corazón. El único riñón de los pulmonados es compacto, con las paredes muy replegadas hacia la pared y un uréter tubular bastante largo, que parece tener importancia en la reabsorción del agua.

Los pulmonados son hermafroditas simultáneos, y salvo raras excepciones no tienen larvas libres nadadoras, pero pueden recorrerse etapas tanto trocófora como velíger retenidas en el huevo.

MATERIAL Y METODO

Se colectaron 18 ejemplares de Limax sp. (babosa terrestre), en los jardines del Desierto de los Leones. Se utilizaron para su estudio 15, los cuales tuvieron una longitud entre los 4-5 cm. y un peso promedio de 4.6 gr.. Se colocaron en un frasco con agua 24 hrs., para que los organismos quedaran extendidos al morir por falta de oxígeno, ya que al contacto con cualquier sustancia Limax se contrae e impide su manipulación. Transcurridas las 24 hrs., las babosas se transfirieron a un frasco con formaldehído al 10% para su fijación durante 10-15 días.

Después de este tiempo se lavaron durante una hora con agua corriente y se deshidrataron con alcoholes graduales 60°, 70° y 80°, una hora en cada uno y posteriormente dos cambios de alcohol 96°, dos de alcohol absoluto, un cambio de alcohol-xilol y dos de xilol. Finalmente se realizó la inclusión en parafina (dos cambios de una hora; a 56°C), y por último se hizo la inclusión definitiva. Se hicieron cortes en el microtomo de parafina en los tres planos: transversales, horizontales y longitudinales, de 5-7 micras de grosor.

Los cortes obtenidos se tificaron con anilinas (hematoxilina-eosina, tricrómica de Gallego y tricrómica de Masson); y métodos de impregnación argento-aúrica, de la escuela Hispánico-Mexicana como la doble impregnación de Río-Hortega variante de Barroso-Moguel para parafina y la variante Barroso-Moguel para Fibras Nerviosas.

Las 560 laminillas obtenidas fueron analizadas microscópica

mente. Se tomaron fotomicrografías que muestran las estructuras que constituyen el Sistema Nervioso y que han servido para obtener los siguientes resultados.

RESULTADOS

En el estudio microscópico encontramos que el Sistema Nervioso de Limax sp., está constituido por ganglios nerviosos simétricos como se muestra en la figura 4. El anillo ganglionar está formado por cinco pares de ganglios unidos por cordones y fibras nerviosas, formando una especie de circuito cerrado alrededor del esófago. Todos los ganglios muestran estructura y arreglo semejante, que se detalla a continuación.

Tanto los ganglios como los cordones nerviosos se encuentran rodeados y protegidos por capas de tejido conjuntivo laxo, por debajo de éste se ven las neuronas ganglionares, las cuales muestran tres diferentes tamaños: grandes, medianas y pequeñas. Los axones de cada una de las neuronas se dirigen hacia la porción central del ganglio para formar parte del neuropilo. De cada uno de los ganglios parten fibras nerviosas que inervan sus áreas vecinas respectivamente, (figura 5-No). Se observó además la presencia de granuleciones somáticas argentafinas productoras de catecolaminas y serotonina, estudiadas por Costero y Barroso-Moguel (1962), con métodos histoquímicos.

Las células grandes son monopolares (Figs. 4-8, 6, 7-2 y 14-1), el endoplasma es obscuro por encontrarse ahí los grumos de Nissl. El núcleo es ovoide y alcanza hasta dos terceras partes del diámetro celular, éste se observe claramente en la mayor parte de las células. El citoplasma es abundante y transparente pero en algunas de ellas existen las granuleciones argentafinas.

Las células medianas, son abundantes, monopolares, el núcleo

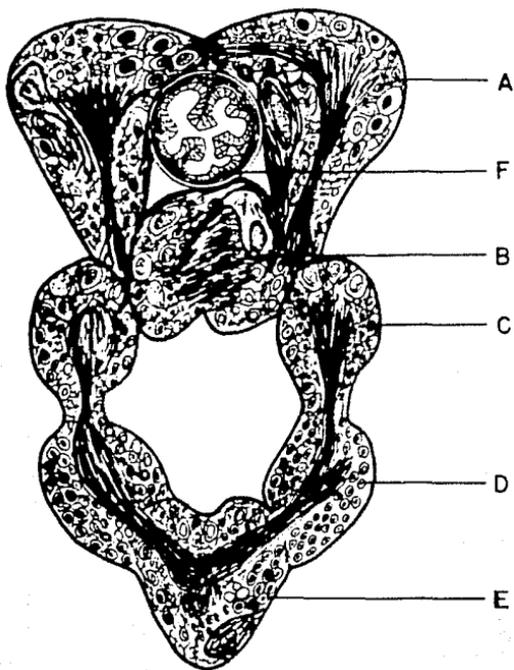


Fig. 4 Dibujo del arreglo y ubicación de los ganglios nerviosos en el anillo circumesofágico, de -- Limax sp. (A: ganglio cerebral, B: ganglio pleural, C: ganglio pleural, D: ganglio parietal, E: ganglio visceral, F: esófago)

es claro de forma ovoide y citoplasma visible (Figs. 6-3 y 7-5).- Se encuentran en todos los ganglios del cordón nervioso. Algunas presentan granulaciones intracitoplásmicas argentofinas. (Figs. 4-C, 6-3 y 7-3).

Las células pequeñas, son también macronucleadas, están presentes en todos los ganglios, su núcleo es obscuro, rico en cromatina, de forma ovalada y ocupa casi toda la célula. El núcleo es pobre en citoplasma. (Figs. 4-D, 7-4, 9-3 y 9B-3).

Existen células gliales que rodean la superficie neuronal y forman parte de la vaina que envuelve a las fibras nerviosas, al segmento inicial del axón y al neuropilo. Su núcleo pequeño es oval y cromático. (Figs. 8 y 9 Planchas).

GANGLIO CEREBRAL: Está situado dorsalmente al esfíngico y aparece constituido por dos lóbulos unidos en la línea media por una comisura común. (Figs. 1, 2, 3, 4-6, 5-6 y 5-8). Los ganglios cerebrales son de mayor tamaño que los demás ganglios, éstos se encuentran formados por una cápsula exterior de tejido conjuntivo, más gruesa que en los otros ganglios; ésta cápsula envuelve a las neuronas grandes, medianas y pequeñas. (Fig. 6-1).

Entre las neuronas grandes unas son claras y otras presentan granulaciones argentofinas (Figs. 8 y 9); las neuronas medianas también unas son claras y otras obscuras con granulaciones cromáticas. (Fig. 7). Hacia el centro del ganglio se dirigen los axones de las neuronas para formar parte del neuropilo. En las fotografías (Figs. 8 y 9) se pueden apreciar interconexiones entre las neuronas de los tres diferentes tamaños. Además en las

(Figs. 10 y 11) también se aprecia el nervio interganglionar en donde se observa la transición de células neuroglíicas: que de astrocitos se continúan con células alargadas semejantes a oligodendroglía. (Figs. 10 y 11-12). Los ganglios neurales se encuentran unidos por cordones nerviosos a los ganglios pedales, y también a los pleurales, además de emitir un par de cordones nerviosos hacia los tentáculos; también inervan los áreas vecinas. (Figs. 1 y 2).

Fig. 5-A Imagen panorámica del ganglio cerebral (Gc). Sus dos lóbulos están unidos en la parte media por una comisura rica en fibras nerviosas (*). Hacia la izquierda se observan los nervios ópticos (No). Tricrómica de Masson 30X.

Fig. 5-B Imagen panorámica que muestra la ubicación del ganglio cerebral (Gc) con respecto al esófago (E). Se observa uno de los lóbulos y además parte de la comisura común (flecha) que los une, y el nervio óptico (No). Doble impregnación simple de Rio-Hortega, modificación para parafina (Barroso-Moguel)-40X.

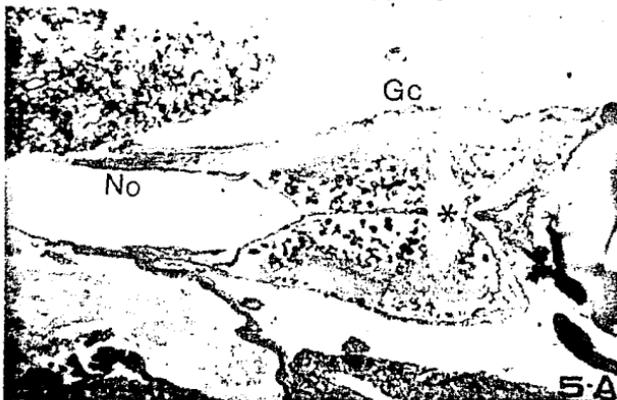


Fig. 6 Fotomicrografía en donde se observa el ganglio cerebral con su cápsula externa (1) de tejido conjuntivo y que envuelve a las neuronas grandes (2), -- neuronas medianas (3), neuronas pequeñas (4) y neuropilo (5). Doble impregnación simple de Río-Hortega, modificación para parafina (Barroso-Moguel)-80X.

Fig. 7 Mayor aumento de la figura anterior que muestra - las neuronas grandes (2), medianas (3), y pequeñas (4) con granulaciones argentafíneas e interconexiones neuronales (*). Doble impregnación simple de Río-Hortega, modificación para parafina (Barroso-Moguel) 100X.

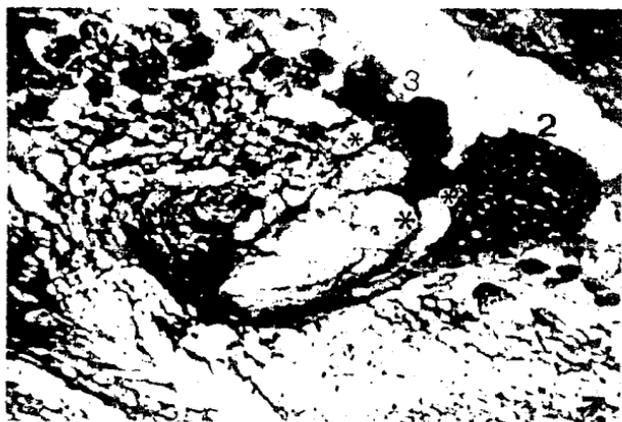


Fig. 8 Fotomicrografía del ganglio cerebral en donde se observan las conexiones entre las neuronas (*) y células semejantes a oligodendroglía (flechas).- Dos neuronas muestran granulaciones argentafines en el soma (Na). Doble impregnación simple de Río-Hortega, modificación para parafina (Barroso-Moguel) 80X.

Fig. 9 Detalle a gran aumento de la figura anterior en donde se aprecia claramente las conexiones entre las neuronas (*), las células semejantes a oligodendroglía (flechas), y las dos neuronas con granulaciones argentafines (Na). Doble impregnación simple de Río-Hortega, modificación para parafina (Barroso-Moguel) 100X.

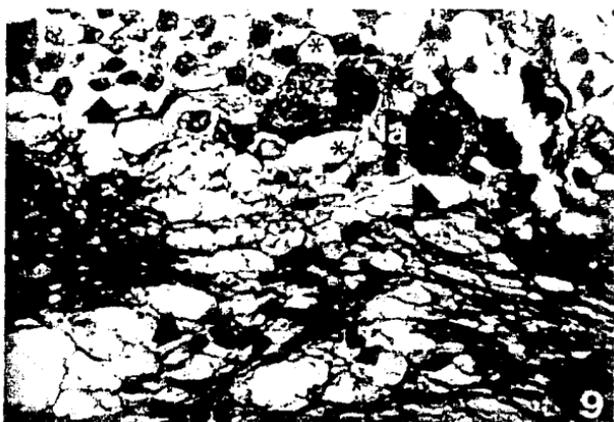
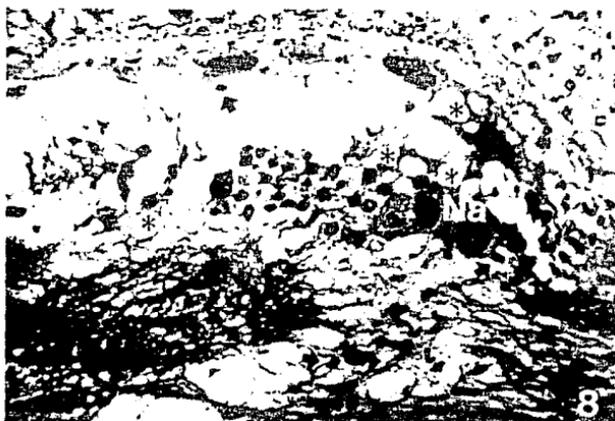
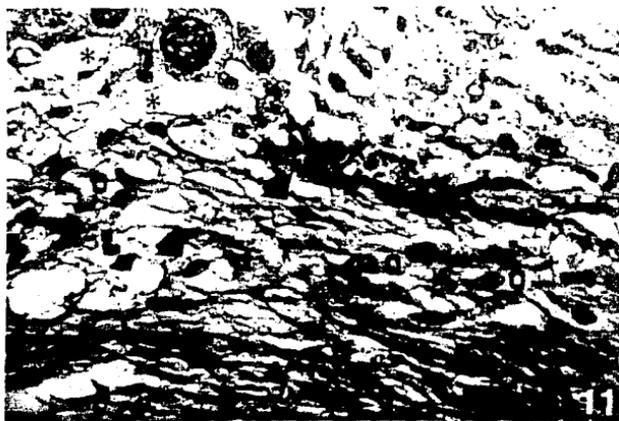


Fig. 10 Se aprecia parte del nervio interganglionar en donde se observa la transición de células neuróglícas: de astrocitos (flechas) a células semejantes a oligodendroglía (O) además de las interconexiones (*). Doble impregnación simple de Río-Hortega, modificación para parafina (Barroso-Maguel) 160X.

Fig. 11 Imagen a mayor aumento en donde se observa claramente los astrocitos (flecha) y las células semejantes a oligodendroglía (O), además de las conexiones neuronales (*). Doble impregnación simple de Río-Hortega, modificación para parafina (Barroso-Maguel) 100X.



GANGLIO PEDAL: Se encuentra situado cerca de los ganglios cerebrales y en posición ventral al esófago. (Figs. 1, 2, 3, 4-8 y 12). El ganglio pedal tiene dos lóbulos, unidos en la línea media por una comisura media.

Presenta neuronas grandes con granulaciones argentafinas, neuronas medianas claras y oscuras (argentafinas y cromafinas) y neuronas pequeñas; además se observan claramente las conexiones interneuronales que existen entre las neuronas grandes, medianas y pequeñas. (figs. 13, 14, 15, 16, 17 y 18).

El ganglio pedal se une a los ganglios cerebrales y pleurales, por medio de cordones nerviosos, cuyas fibras nerviosas inervan al pie.

Fig. 12 Panorámica que muestra la ubicación del ganglio pedal (Gp) con respecto al esófago (E). Se observen los dos lóbulos y la comisura común que los une, además del neuropilo (*). Tricrómica de Gallego 10X.



Fig. 13 Imagen a mayor aumento de la figura anterior en donde se observa la topografía general del ganglio, con su cápsula externa (Ce), neuronas de diferente tamaño (N) y el neuropilo central (Ne). Tricrómica de Gallego 40X.

Fig. 14 Detalle a gran aumento de la figura anterior en donde se observen las neuronas grandes (1), medianas (2) y pequeñas (3); además en algunas neuronas se aprecian granulaciones intracitoplásmicas argentafinas. Tricrómica de Gallego 80X.

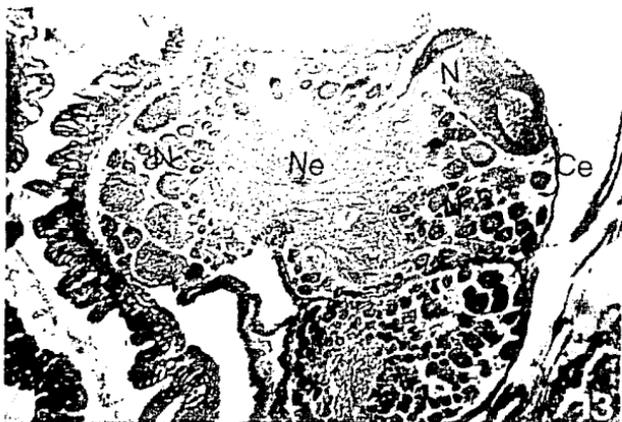


Fig. 15 Detalle del ganglio pedal, se observan neuronas grandes (1), medianas (2) y pequeñas (3) con -- granulaciones argentafinas. Tricrómica de Masson 500X.

Fig. 16 Detalle del ganglio pedal que muestra neuronas medianas (2) y pequeñas (3); además de los axones de las neuronas (4) e interconexiones neuronales (*). Tricrómica de Gallego 500X.

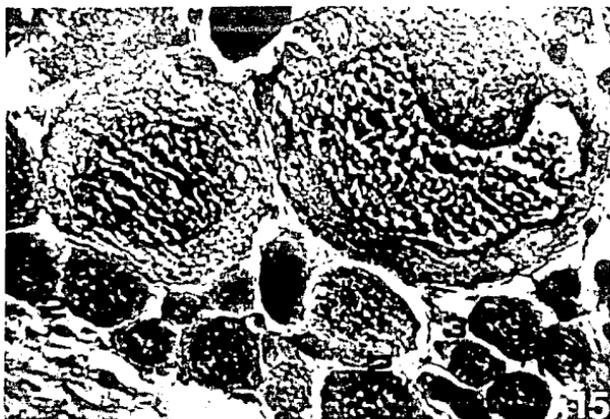
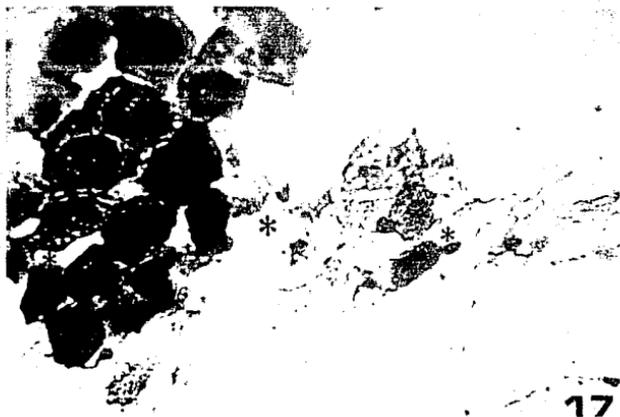
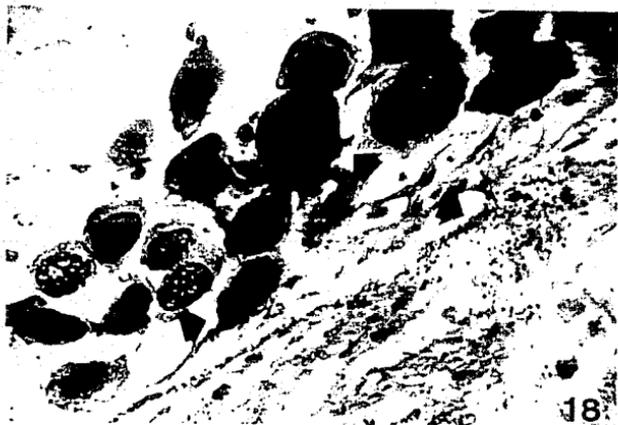


Fig. 17 Gran aumento de una porción del ganglio pedal con neuronas medianas y pequeñas interconectadas (*) y con granulaciones argentafines. Doble impregnación simple de Río-Hortega, modificación para parafina (Barroso-Moguel) 500X.

Fig. 18 Detalle de una región del ganglio pedal que presenta neuronas medianas y pequeñas con granulaciones argentafines y granulaciones entre las fibras (flechas). Doble impregnación simple de Río-Hortega, modificación para parafina (Barroso-Moguel) 500X.



17



18

GANGLIO PLEURAL: Está formado por dos lóbulos separados que se encuentran uno a cada lado del pulmón (Figs. 1, 2, 3 y 4-C), unidos por cordones nerviosos a los ganglios cerebrales, a los ganglios pedales y a un par de ganglios parietales, situados detrás de los pleurales (Figs. 4-C y 19). Presentan neuronas grandes, medianas y pequeñas, algunas son claras con granulación argentafina, (Fig. 20). Se observan también neuronas medianas y pequeñas con catecolaminae y además conexiones entre las neuronas, (Figs. 21, 22, 23 y 24), así como un cordón de fibras nerviosas que lo une al ganglio perietal (Fig. 21-Cfn).

Fig. 19. Fotomicrografía que muestra al ganglio pleural con su cápsula externa (Ce), neuronas de diferente tamaño (N) y neuropilo central (Ne). -- Tricrómica de Gallego 80X.

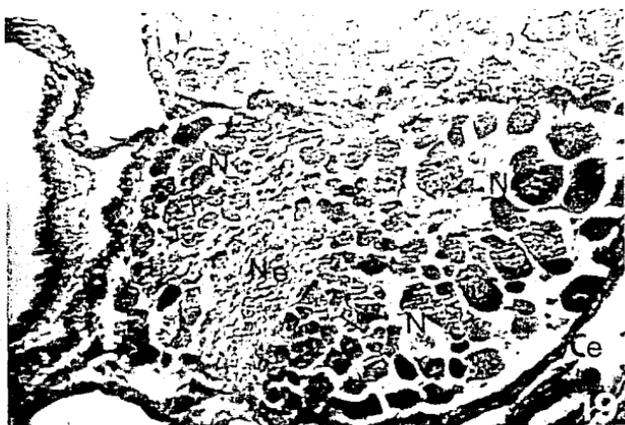


Fig. 20 Imagen que muestra uno de los lóbulos del ganglio pleural en donde se aprecian neuronas grandes (1), medianas (2), y pequeñas (3), en donde se observa que hay neuronas claras y oscuras. Doble impregnación simple de Río-Hortega, modificación para parafina (Barroso-Moguel) 90X.

Fig. 21 En esta figura se observa un lóbulo del ganglio pleural con el cordón de fibras nerviosas (Cfn) que lo une al ganglio parietal, además de las neuronas grandes (1), medianas (2), pequeñas (3), y el neuropilo central (Ne). Doble impregnación simple de Río-Hortega, modificación para parafina (Barroso-Moguel) 90X.



20



21

Fig. 22 En esta fotomicrografía a gran aumento se observa claramente las neuronas (N) de los tres diferentes tamaños en donde unas son claras y otras oscuras, además del neuropilo (Ne). Doble impregnación simple de Río-Hortega, modificación para parafina (Barroso-Moguel) 90X.

Fig. 23 A gran aumento se observan granulaciones argentíneas además de las conexiones entre las neuronas (*). Doble impregnación simple de Río-Hortega, - modificación para parafina (Barroso-Moguel) 90X.

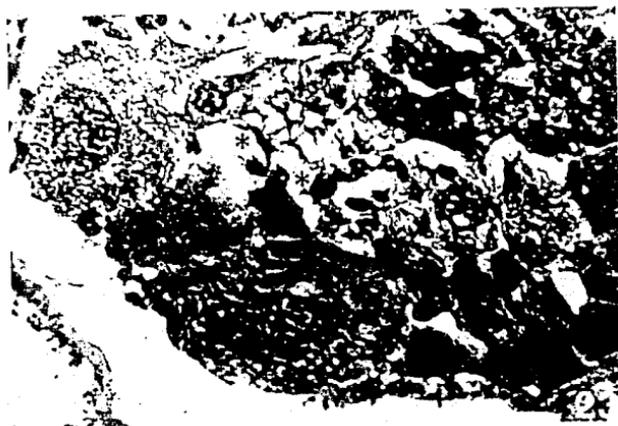
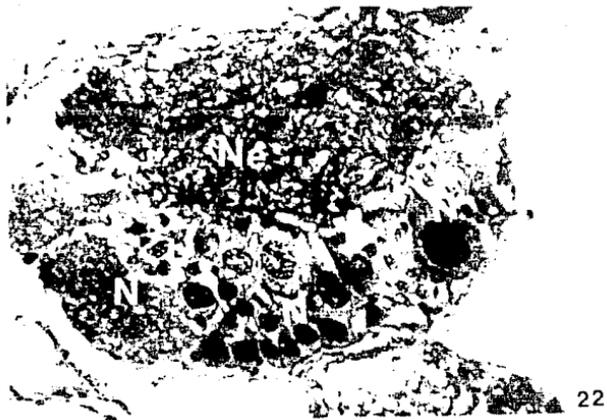


Fig. 24 Fotomicrografía a mayor aumento en donde se observan claramente neuronas medianas conectadas con neuronas pequeñas (*). Tricrómica de Gallego 500X.



GANGLIO PARIETAL: Se encuentra rodeado por una delgada cápsula conectiva que los separa del aparato digestivo y otras vísceras. Está formado por dos lóbulos separados uno a cada lado del esófago, situados detrás de los ganglios pleurales, y cercanos a la base del esófago. (Figs. 1, 2, 3, y 4-D). Se encuentran unidos a los ganglios pleurales y a los ganglios viscerales por cordones con gruesas fibras nerviosas.

Presentan neuronas medianas conectadas con neuronas pequeñas claras y oscuras, en las cuales hay granulaciones argentafines y cromafines. (Figs. 25, 26, 27 y 28). Existe un denso y amplio neuropilo que forma un grueso nervio que los conectan con los ganglios nerviosos vecinos (Fig. 25-Fn).

Fig. 25 Imagen panorámica del ganglio parietal en donde muestra la cápsula externa (Ce) que rodea y protege a las neuronas medianas y pequeñas (N) y - el neuropilo (Ne), además de las fibras nerviosas (Fn) que forma el grueso nervio que lo conecta con los ganglios nerviosos vecinos. Tricrómica de Gallego 80X.

Fig. 26 Detalle a mayor aumento de la figure anterior en donde se observan las neuronas medianas y pequeñas (N) y los axones que se dirigen hacia el neuropilo (*). Tricrómica de Gallego 160X.

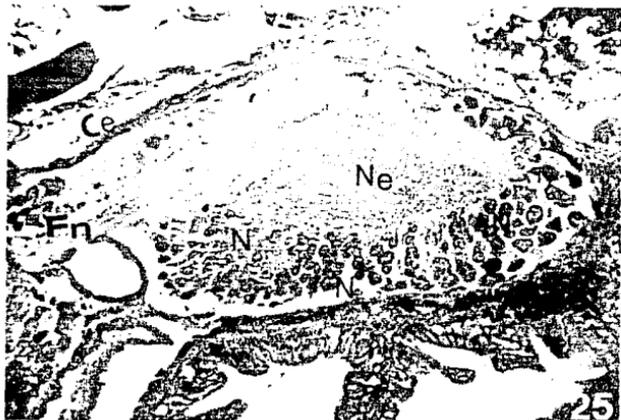
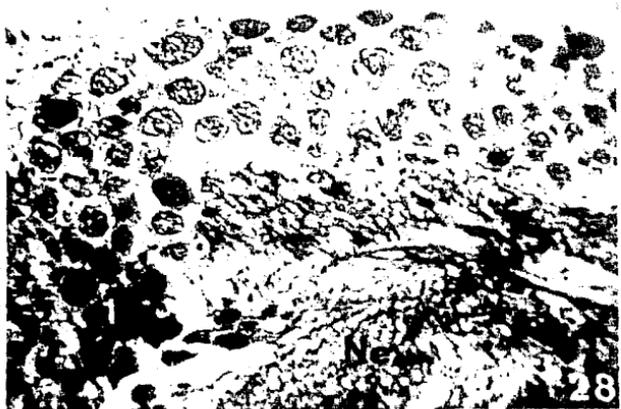
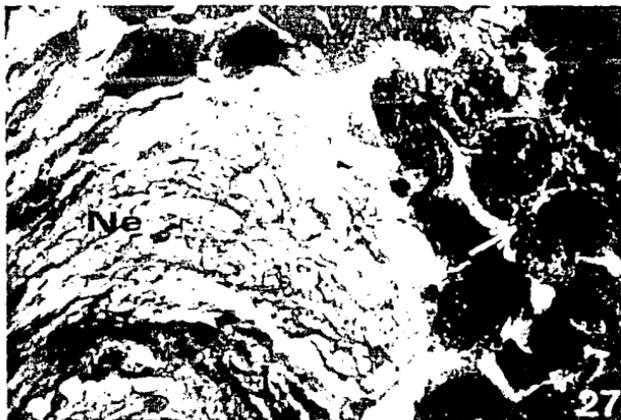


Fig. 27 Detalle del ganglio parietal en donde se aprecian las neuronas medianas con granulaciones argentofineas (flecha) y parte del neuropilo (Ne). Tricrómica de Masson 160X.

Fig. 28 Imagen parcial del ganglio parietal que muestra neuronas medianas (1) unas claras y otras oscuras, además de neuronas pequeñas (2) y parte del neuropilo (Ne). Doble impregnación simple de Río-Hortega, modificación para parafina (Barros-Moguel) 80X.



GANGLIO VISCERAL: Este ganglio está situado en la parte -
postero-inferior del anillo periesofágico, (Fig. 4-E), tiene dos
lábuloa unidos por una comisura común, dando la apariencia de ser
un sólo ganglio. Se encuentra ubicado encajado del ganglio pe-
rietaal, unido a éste por medio de cordones nerviosos (Figs. 1, 2,
3, y 4).

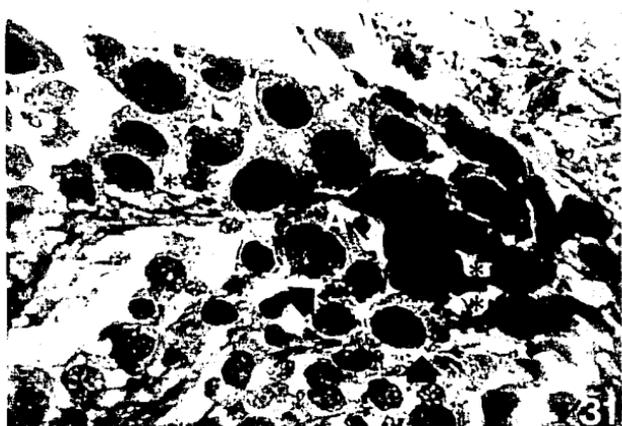
El estudio microscópico demuestra neuronas monopolares gran-
des con axón, unas con granuleciones argentafines, otras neuronas
medianas y otras pequeñas claras y oscuras también con granule-
ciones. Se observan también las conexiones interneuronales, ade-
más del nervio interganglionar, y denso neuropilo. (Figs. 29, 30,
y 31).

Fig. 29 Fotomicrografía topográfica que muestra el ganglio visceral (Gv), con la cápsula externa (Ce) que rodea a las neuronas (N) y en el centro el neuropilo (Ne), además del nervio interganglionar (Ni). Doble impregnación simple de Río-Hortega, modificación para parafina (Barroso-Moguel) 60X.

Fig. 30 Detalle del lóbulo derecho de la figura anterior, en donde se observan las neuronas grandes (1), medianas (2) y pequeñas (3), en donde unas son claras y otras oscuras, además del neuropilo (Ne). - Doble impregnación simple de Río-Hortega, modificación para parafina (Barroso-Moguel) 80X.



Fig. 31 Imagen a gran aumento de la figura anterior, se observan neuronas medianas y pequeñas con axón, (A), además de las conexiones (*) entre las neuronas y las granulaciones argentafines (flecha). Doble impregnación simple de Río-Hortega, modificación para perefina (Barroso-Hoguel) 100X.



INERVACION SUPERFICIAL: La inervación superficial en nuestro estudio de Limax sp. (Fig. 32) aparece constituida por un plexo subcutáneo de neuronas de tamaño y forma irregular (Fig. 32-29) conectadas, mediante fibras nerviosas largas, principalmente con el ganglio pedal y entre sí, desde donde se entrecruzan sus prolongaciones formando plexos fibrilares hasta inervar las glándulas mucosas, el epitelio cutáneo (Figs. 33 y 34) y el manto (Figs. 35, 36 y 37).

Dentro de la inervación superficial ó periférica se encuentra también la inervación de los tentáculos, en éste estudio se observó que los nervios que salen del ganglio cerebral hacia los tentáculos forman un ganglio en la porción apical de éstos.

Nuestras neuronas medianas y pequeñas con granulaciones, que se encuentran entre las fibras nerviosas del tentáculo, (Figs. 38 y 39), además de las conexiones entre las neuronas, (Fig. 40).

Fig. 32 Fotomicrografía de la inervación superficial, la cual muestra el epitelio cutáneo (Ec), plexo subcutáneo (Ps), las glándulas de mucosa (Gm) y las neuronas de tamaño y forma irregular (N). Doble impregnación simple de Río-Hortega, modificación para parafina (Barroso-Moguel) 80X.

Fig. 33 Detalle de la superficie epitelial que muestra la inervación superficial por medio de fibras nerviosas largas (*). Doble impregnación simple de Río-Hortega, modificación para parafina (Barroso-Moguel) 500X.

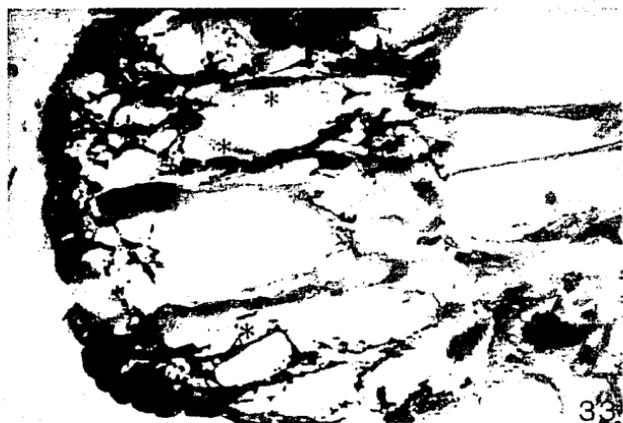
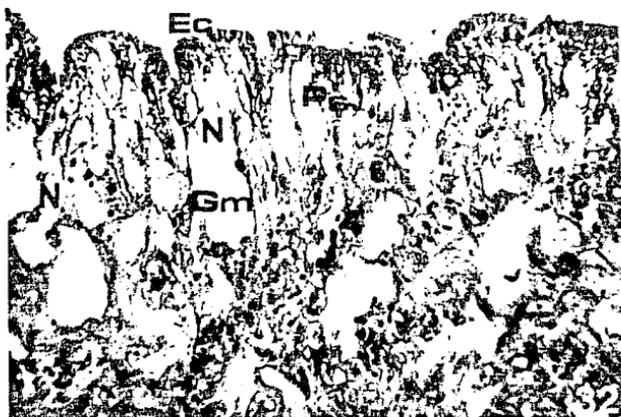


Fig. 34 Fotomicrografía que muestra la inervación superficial en donde se observa el plexo subcutáneo (Ps), el epitelio cutáneo (Ec), las glándulas de mucosa (Gm), las fibras nerviosas subepiteliales (*) y neuronas subcutáneas con granulaciones (flechas). Doble impregnación simple de Río-Hortega, modificación para parafina (Barrera-Moguel) 100X.

Fig. 35 Esta figura muestra un detalle de la superficie epitelial en donde se observan neuronas subcutáneas -- (flecha), las fibras nerviosas que inervan el epitelio cutáneo (*). Doble impregnación simple de Río-Hortega, modificación para parafina (Barrera-Moguel) 100X.

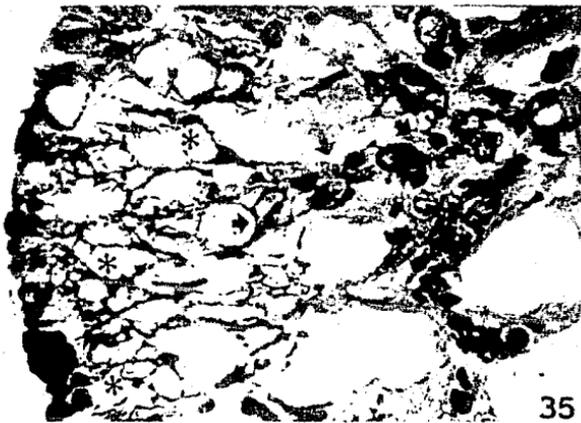
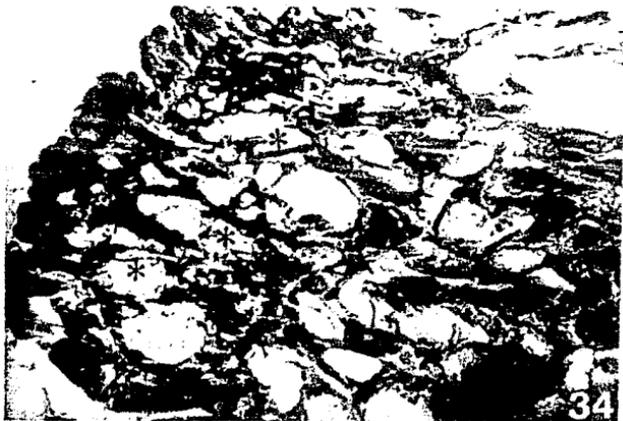
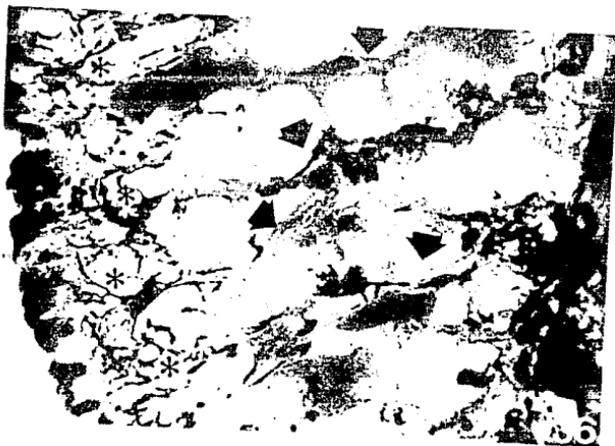


Fig. 36 Imagen en donde se ve claramente las cadenas de neuronas (flecha) que inervan el epitelio cutáneo mediante fibras nerviosas largas (*). Doble impregnación simple de Río-Hortega, modificación para parafina (Barroso-Moguel) 100X.

Fig. 37 Esta figura muestra las gruesas fibras nerviosas periféricas (flecho). Doble impregnación simple de Río-Hortega, modificación para parafina (Barroso-Moguel) 100X.



37

Fig. 38 Imagen que muestra las neuronas medianas y pequeñas (N), además de las fibras nerviosas (Fn) del ganglio tentacular, y se encuentran entre las fibras nerviosas las granulaciones argentafinas (flecha). Doble impregnación simple de Río-Hortega, modificación para parafina (Barrera-Moguel) 500X.

Fig. 39 Imagen a gran aumento de la figura anterior, en donde se ven claramente las neuronas (flecha) y las granulaciones argentafinas (*), las cuales se encuentran entre las fibras nerviosas. Doble impregnación simple de Río-Hortega, modificación para parafina (Barrera-Moguel) 500X.

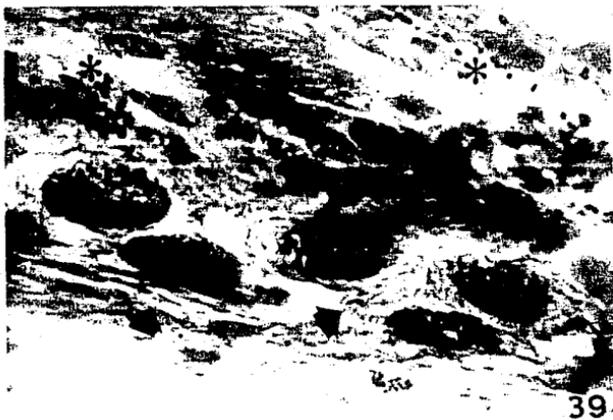


Fig. 40 Detalle a mayor aumento, en donde se observan dos neuronas interconectadas del ganglio tentacular (*). Doble impregnación simple de -- Río-Hortega, modificación para parafina (Barrera-Moguel) 500X.



40

D I S C U S I O N

Debido a que la información con que se cuenta acerca del Sistema Nervioso de los gasterópodos pulmonados es en base a algunos géneros de éste grupo, y estos datos son escasos e incompletos como en el caso del género Limax sp., en donde sólo existen los descritos acerca de la inervación superficial, es que con los resultados que se observaron y se describen anteriormente, se mencionan los siguientes puntos.

El sistema nervioso está constituido por ganglios; cordones, fibras y plexos nerviosos.

El anillo circumesofágico de Limax sp., presenta cinco pares de ganglios, unidos por medio de cordones de fibras nerviosas. Además se observó que éstos ganglios se encuentran más fusionados y su concentración es mayor que en otros géneros de gasterópodos.

El arreglo que muestran los ganglios es la típica de los ganglios de los invertebrados: presentan su cápsula externa de tejido conjuntivo, la cuál rodea y protege a las neuronas; y en la parte central se encuentra el neuropilo.

En todos los ganglios se observa que las neuronas que los forman son monopolares, las cuales presentan tres diferentes tamaños: grandes, medianas y pequeñas, además de mostrar algunas de éstas granulaciones argentafineas.

No se pudo ver como es la inervación a partir de los ganglios, pero suponemos que existe una inervación profunda por medio de fibras y plexos nerviosos que parten de cada uno de los

ganglios para inervar sus áreas vecinas correspondientes.

La inervación superficial que presenta Limax sp. es amplia, debido en parte a la falta de una concha como mecanismo de protección, además de que el medio ambiente en que se encuentra es muy agresivo, y dado esto es que ha desarrollado mecanismos de reacción rápida, por la inervación que muestra en la piel y pie.

CONCLUSIONES

1) El sistema nervioso de Limex sp. es simétrico, y en los ganglios que forman el anillo circumesofágico, se observa que la concentración y fusión de éstos, es más acentuada que en otros géneros como Lymnaea, Helix ó Arion.

2) Estos ganglios presentan la estructura típica de los ganglios de los invertebrados: neuropilo central rodeado por neuronas pequeñas, medianas y grandes; las cuales se encuentran interconectadas unas con otras.

3) Se observó la presencia de células gliales, que rodean a las neuronas, se ven además, entre las fibras nerviosas que forman parte del neuropilo. Como dato no descrito en la bibliografía consultada, y como hallazgo original se encontró que en el trayecto del nervio interganglionar del ganglio cerebral, -- existe la transición de células neuróglas: que de astrocitos se continúan con células alargadas semejantes a oligodendroglía. (Figs. 10 y 11).

4) Los ganglios están formados por distintos tipos de neuronas, éstas tienen verosíblemente funciones diferentes; unas son de tipo motor, otras de tipo sensitivo, a éstas últimas se suman las que tienen granuleciones argentafines productoras de catecolaminas y serotonina determinándose así su función neurosecretora. (Costero, et. al. 1962).

5) Algunos autores sugieren que los distintos tipos de neuronas tienen funciones diferentes (Gillary y Kennedy, 1969; Pentreath, 1973; Pentreath y Cottrell, 1973; Kai-Kai, 1979). En -

la inervación superficial, habría algunas de tipo motor, otras de tipo sensitivo y otras más que intervienen en la secreción glandular. Las neuronas de tipo sensitivo y motor intervendrían tanto en el tentáculo como en el pie; y las que formarían parte de la inervación que intervienen en la secreción glandular es la que se presenta en los glándulas mucosas de la piel y pie.

6) Es importante mencionar que gracias a los métodos y técnicas de tinción e impregnación argento-aúricas, en especial a la técnica de Río-Hortega y la variante de Barroso-Moguel para parafina se pudieron obtener los resultados anteriores, que demuestran claramente las estructuras que conforman el Sistema Nervioso del Limax sp., que fue objeto de este estudio.

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

BIBLIOGRAFIA

- ANDREW, W. (1959) Textbook of Comparative Histology. Oxford University Press. New York. pag. 527-530, 553 y 554.
- BARNES, R. D. (1977) Zoología de los Invertebrados. Edit. Interamericana. México. pag. 307-356.
- BARROSO-MOGUEL, R. and COSTERO, I. (1962) Argentaffin cells of the carotid body tumor. The American Journal of Pathology. -- 41 (4): 389-404.
- BARROSO-MOGUEL, R.; COSTERO, I.; GUERRERO, M. (1964) Significado histoquímico de las sustancias argenterreductoras. Libro -- Comemorativo del Primer Centenario. Acad. Nat. Med. Méx. I:28-35.
- BARROSO-MOGUEL, R. y COSTERO, I. (1965) Un sistema argenteafín que interviene en la regulación de la presión arterial. Arch. Inst. Cardiol. Méx. 35: 264-282.
- BENJAMIN, P. R. and SWINFALLE, W. V. (1975) Electrical properties of "dark green" and "yellow" neurosecretory cells in the snail Lymnaea stagnalis L. Nature. 258: 622-623.
- BISHOP, M. J. (1978) The value of the pulmonate central nervous system in phylogenetic hypothesis. J. Moll. Stud. 44: 110-119.
- BULLOCK, T. H. and HORRIDGE, G. A. (1965) Structure and Function in the Nervous Systems of Invertebrates. Vol. II. W.H. Freeman and Company. San Francisco. pag. 1284-1342.
- COSTERO, I.; BARROSO-MOGUEL, R.; CHEVEZ, A.; CONTRERAS, R.; GUERRERO, M. y VARGAS, A. (1962) Reclamos adultos sobre las ba-

- sea morfológicas de la hipertensión arterial. Memorias del IV Congreso Mundial de Cardiología. Tomo IV-A. Méx. pag. 1-8.
- COSTERO, I. y BARRERO-MOGUEL, R. (1964) El sistema ergantafín. Libro Conmemorativo del Primer Centenario Acad. Nat. Med. Méx. I: 43-47.
 - COTTRELL, G. A. (1970) Direct postsynaptic response to stimulation of serotonin-containing neurones. Nature. 225: 1060-1062.
 - COTTRELL, G. A. and OSBORNE, N. N. (1970) Subcellular localization of serotonin in an identified serotonin-containing neurone. Nature. 225: 470-472.
 - COTTRELL, G. A. (1971) Synaptic connections made by two serotonin-containing neurones in the snail (Helix pomatia) Brain. Experientia. 27: 813-815.
 - FERNANDEZ, J. (1966) Nervous system of the snail Helix aspersa. Structure and histochemistry of ganglionic sheath and neuroglia. J. Comp. Neur. 127: 157-182.
 - GRASSE, P. P.; ROISSON, R. A. y TUSSET, D. (1976) Traité de Zoologie. Invertébré. Tomo I. Turay-Hasson, S. A. España. pag. 396-421.
 - GYLLARY, H. L. and KENNEDY, D. (1969) Neuromuscular effects of impulse pattern in a crustacean motoneuron. J. Neurophysiol. 32: 607-612.
 - HAN, A. W. (1975) Tratado de Histología. Ed. Interamericana. México. pag. 676-684.
 - NYHAN, L. M. (1967) The Invertebrates. Vol. VI. Mollusca I. -

Mc Graw-Hill Book Company. U.S.A. pag. 548-650.

- JUNQUEIRA, L. C. y CARNEIRO, J. (1984) Histología Básica. Salvat Editores, S. A. Barcelona. pag. 159-175.
- KAI-KAI, M. A. (1979) Electrophysiology and pharmacology of neurosecretory cells in the brain of Helix aspersa. Comp. Biochem. Physiol. 64A: 493-507.
- KAI-KAI, M. A. and KERKUT, G. A. (1979) Mapping and ultrastructure of neurosecretory cells in the brain of Helix aspersa. - Comp. Biochem. Physiol. 64A: 97-107.
- LEAKE, D. L. (1975) Comparative Histology. Academic Press. New York. pag. 246-271.
- MARSHALL, A. J. y WILLIAMS, W. D. (1981) Zoología. Invertebrados. Reverté. Barcelona. pag. 683-747.
- MEGLITSCH, P. A. (1981) Zoología de Invertebrados. Edit. H. Blume Ediciones. Madrid. pag. 293-387.
- PANIAGUA, G. A. R. y NISTAL, M. S. M. (1983) Introducción a la Histología Animal Comparada. Ed. Labor, S. A. Barcelona. pag. 53-93.
- ⇒ PENTREATH, V. W. (1973) Effect of stimulating a central giant serotonin neuron on peripheral muscles in the snail Helix pomatia. Experientia. 29: 540-542.
- PENTREATH, V. W. y COTTRELL, G. A. (1973) Uptake of serotonin, 5-hydroxytryptophan, and other neurones in the central nervous system of the snail Helix pomatia. Z. Zellforsch. 143: 21-35.
- RAMON y CAJAL S. y CASTRO de F. (1972) Elementos de la técnica

- micrográfica del sistema nervioso. Ediciones Salvat, S. A. Barcelona. pag. 102-122.
- ULRICH, W. y VOLKER, S. (1976) Estudio comparado de la citología e histología animal. Ediciones URMO, S. A. Barcelona. pag. 256, 302, 310 y 327.
- WILLOWS, A. (1971) Giant cells in mollusk. Scient. Amer. 224: (2). 68-75.

ANEXO I

Método de Hematoxilina-Eosina.

- 1.- Desparefinar en xilol.
- 2.- Hidratar en alcoholes greduales.
- 3.- Pasarlos por agua destilada.
- 4.- Pasarlos a Hematoxilina de Harris.
- 5.- Se pasan a agua destilada
- 6.- Se pasan a una solución de carbonato de litio.
- 7.- Se lavan con agua destilada.
- 8.- Se pasan a alcohol del 70.
- 9.- Se pasan a Eosina por 2 minutos.
- 10.-Se pasan a alcohol del 70.
- 11.-Se deshidratan en alcohol del 96.
- 12.-Se pasan a alcohol absoluto.
- 13.-Se aclaran con xilol en dos cambios.
- 14.-Se cubren con resina.

ANEXO II

Tricrómica de Masson.

- 1.- Desparafinar en xilol.
- 2.- Deshidratar en alcoholes graduales.
- 3.- Se enjuagan en agua destilada.
- 4.- Se pasan por 12 hrs. a Bouin.
- 5.- Lavar en agua corriente por 15 min.
- 6.- Enjuagar en agua destilada.
- 7.- Se pasan a Hematoxilina Férrica por 15 min.
- 8.- Se enjuagan en agua corriente por 10 min.
- 9.- Se enjuagan en agua destilada.
- 10.- Se pasan a Fuschina Escarlata por 15 min.
- 11.- Se enjuagan en agua destilada.
- 12.- Se pasan a una mezcla de Acidos Fosfomolibdico-Fosfotungsti
co por 15 min.
- 13.- Se pasan directamente al Azul de Anilina.
- 14.- Enjuagar con agua destilada.
- 15.- Pasarlos a una solución de Acido Acético al 1% durante 5 min.
- 16.- Deshidratarlos en alcoholes graduales.
- 17.- Aclarar en xilol.
- 18.- Cubrir con resina.

ANEXO III

Tricrómica de Gallego.

- 1.- Desparafinar en xilol.
- 2.- Hidratar en alcoholes graduales.
- 3.- Se enjuagan en agua destilada.
- 4.- Se pasan a Fuschina Fenicada de Ziehl (acética) por 2 min.
- 5.- Se lavan en agua destilada.
- 6.- Se pasan a la viro fijación en Formol Acético por 5 min.
- 7.- Lavar en agua destilada.
- 8.- Se pasan al Picro-Indigo Carmín por 1 min.
- 9.- Directamente diferenciar y deshidratar con alcoholes graduales, al alcohol del 96 añadir unos grumos de Acido Pítrico.
- 10.- Se pasan a una mezcla de alcohol absoluto y xilol (50%-50%).
- 11.- Aclarar en xilol.
- 12.- Cubrir con resina.

ANEXO IV

Doble Impregnación Simple de Río-Hortega, variante de Barroso-Moguel para parafina.

- 1.- Se fijan los órganos en Formol al 10%.
- 2.- Se lavan en agua corriente por 1 hora.
- 3.- Se incluyen en parafina.
- 4.- Se hacen los cortes de 5-7 micras.
- 5.- Se desparafinan en xilol.
- 6.- Hidratar los cortes en alcoholes graduales.
- 7.- Las laminillas se pasan a una solución de Nitrato de Plata al 10% por 24 hrs. en oscuridad.
- 8.- Se lavan en agua destilada.
- 9.- Se pasan a una solución de Carbonato de Plata Amoniacal por 24 hrs. en oscuridad.
- 10.- Se lavan en agua destilada.
- 11.- Se pasan a una solución al 10% de Formol.
- 12.- Se deshidratan en alcoholes graduales.
- 13.- Se aclaran con xilol.
- 14.- Se cubren con resina.

ANEXO V

Variante de Barroso-Moguel para Fibras Nerviosas.

- 1.- Fijar los órganos en Formol al 10%.
- 2.- Lavar en agua corriente.
- 3.- Incluir en parafina.
- 4.- Hacer cortes de 5-7 micras.
- 5.- Desparafinar en xilol.
- 6.- Hidratar en alcoholes graduales.
- 7.- Se pasan las laminillas a agua destilada.
- 8.- Se ponen en una mezcla a partes iguales de Piridina, Amoniaco y Alcohol de 96, de una a tres horas.
- 9.- Se lavan las laminillas en agua destilada CUIDADOSAMENTE.
- 10.- Se pasan a una solución de Nitrato de Plata al 10% durante 24 hrs. y en oscuridad.
- 11.- Se lavan en agua destilada.
- 12.- Se pasan a una solución de Carbonato de Plata Amoniacal por 24 hrs. en oscuridad.
- 13.- Se lavan en agua destilada.
- 14.- Pasar las laminillas a una solución de Cloruro de Oro 1:500 cc., de 4 a 24 hrs., y en oscuridad.
- 15.- Pasar a una solución de Hiposulfito Sódico al 2.5% de 3-5 min.
- 16.- Lavar en agua destilada.
- 17.- Deshidratar en alcoholes graduales.
- 18.- Aclarar en xilol.
- 19.- Monter con resina sintética.