

HISTOMORFOLOGIA DEL SISTEMA NERVIOSO Y
NEUROSECRETOR DE *CRATOMELUS ARMATUS* BL.
(ORTHOPTERA: GRYLLACRIDIIDAE)

POR

E. GUZMAN C. (*), A. O. ANGULO O. (**)
y M. DELPIN A. (*)

RESUMEN

Se describe la morfología e histología del sistema neurosecretor y nervioso de *Cratomelus armatus* Bl. (Orthoptera: Gryllacridiidae).

Se entregan algunos alcances de la comparación del sistema neurosecretor y nervioso de Acridiidae y Gryllidae con Gryllacridiidae.

ABSTRACT

Morphology and histology of neurosecretor and nervous systems of *Cratomelus armatus* Bl. (Orthoptera: Gryllacridiidae) are described.

Some approachments of nervous and neurosecretor systems of both Acridiidae and Gryllidae compared with those of Gryllacridiidae are given.

INTRODUCCION

El sistema nervioso en insectos representa un amplio campo de investigación fisiológica, para lo cual es conveniente disponer de un buen animal de laboratorio; *Cratomelus armatus* (Blanchard) nos ha parecido apto para los fines antes mencionados, lo que nos ha decidido a estudiar la morfología macro y microscópica del complejo nervioso central y neurosecretor de este insecto, cuyos resultados se unen a otros estudios anteriores (Guzmán et als., 1970 a y b; Delpin, 1972).

Existe un trabajo comparativo morfológico del sistema nervioso en ortópteros (Nesbitt, 1941) con el cual se confrontan algunos de nuestros resultados, especialmente en Raphidophoridae (hoy Gryllacridiidae), Gryllidae y Acridiidae, como ha sido en parte nuestra intención con los trabajos anteriores (*op. cit.*) al comparar sus resultados con dichas familias.

(*) Depto. de Biología Celular, Instituto de Biología, Universidad de Concepción.

(**) Depto. de Zoología, Instituto de Biología, Universidad de Concepción.

MATERIALES Y METODOS

Se utilizó ejemplares de *Cratomelus armatus* Bl. colectados en Concepción, Chile. Las disecciones se hicieron en solución fisiológica para insectos (Meissenheimer's fluid). Se probaron diferentes técnicas de fijación (Carnoy, Formol, Zenker-Formol) y tinción (Mallory, Heidenhain, Morgan, Hematoxilina de Waigert, Mallory-Heidenhain) las cuales no resultaron apropiadas, ya que causaban contracción o destrucción del tejido o el colorante no se adhería a las diferentes estructuras tisulares. Finalmente se llegó a la conclusión de que la técnica con la que se obtuvo mejores resultados fue la de Tionina (Ehrlich) en que el colorante va disuelto en el fijador, Formalina al 10% (Gurr, 1962). Posteriormente se incluyó en parafina de la manera usual. Esta técnica está indicada para células nerviosas que se tiñen de color azul y fibras nerviosas que se tiñen de color rojo. Se comprobó que los gránulos de secreción se tiñen de color rojo.

DESCRIPCION MORFOLOGICA DE LA CADENA GANGLIONAR

En *Cratomelus armatus* Bl. la cadena ganglionar, considerada linealmente, consta de once ganglios (Fig. 1) distribuidos de la siguiente forma: 1 supraesofágico y 1 subesofágico (cefálicos), 3 torácicos (pro, meso y meta) y 6 abdominales. Cada ganglio está relacionado con el adyacente por medio de 2 cordones nerviosos o conectivos.

El ganglio cerebroide supraesofágico (Fig. 1) conserva en su aspecto general los rasgos comunes en insectos; se puede observar que el protocerebro en vista frontal, anteriormente es bilobulado y lateralmente da origen a las regiones ópticas. Estas constan del lóbulo óptico, de aproximadamente la mitad del ancho del ganglio cerebroide y a continuación la copa óptica, con los nervios ópticos de $\frac{1}{4}$ del ancho del ganglio; en vista posterior se observa en su región medial (pars intercerebralis) el nacimiento de los 2 nervios ocelares, de los cuales 1 de ellos es bifurcado e inerva los 2 ocelos superiores.

El ganglio, en su región media (Deutocerebro) da origen lateralmente al complejo antenal (1 nervio antenal y 3 nervios antenales accesorios). Posteriormente, en el límite con el tritocerebro y medialmente, se originan los 2 nervios occipitales. El ganglio en su región posterior ampliamente bilobulado representa las 2 porciones tritocerebrales que lateralmente dan origen a la parte labral y frontal y al conectivo circum-esofageal.

El ganglio subesofágico en vista lateral presenta el nervio mandibular principal (NM) y medialmente, los secundarios y terciarios (NM₁ y NM₂). A continuación y siempre ventralmente, el nervio hipofaríngeo (nh), el nervio salival (ns), posteriormente, el nervio cervical (nc) y finalmente el conectivo ventral al ganglio protorácico.

Los ganglios torácicos (Fig. 1) son semejantes entre sí dando origen lateralmente al nervio de las patas correspondientes. El tercer ganglio torácico es un poco mayor que los anteriores y además da origen al nervio que innervará el primer segmento abdominal (n1). El segundo ganglio torácico está más próximo al tercero que al primero.

En la cuerda abdominal se distribuyen los seis ganglios abdominales, cada uno dando origen a nervios que innervarán el segmento correspondiente, a excepción del primero abdominal que innerva el 2º y 3er. segmento abdominal y el caudal o 6º que innerva el 8º, 9º y 10º segmentos abdominales. La disposición de los 6 ganglios a lo largo del cordón ventral es irregular, ya que los tres primeros se agrupan en el comienzo de la cuerda, el 4º queda en posición intermedia y el 5º se ubica cerca del 6º; este último es aproximadamente del doble del tamaño de los anteriores y en su extremo posterior se originan los nervios cercales (c).

DESCRIPCION HISTOLOGICA DE LOS GANGLIOS NERVIOSOS

En sección longitudinal en un ganglio (Fig. 6) se distingue externamente el *neurilema* que envuelve todo el ganglio, los conectivos y nervios que nacen de él. Este neurilema o "laminilla neural" (Smith, 1968) está constituido por una matriz amorfa que presenta tejido conjuntivo y fibras de colágeno.

Inmediatamente por debajo del neurilema y adosada a él, se observa una o más capas de células de neuroglia: el perineurium (Smith, 1968). Hacia el interior se encuentra la corteza formada por los cuerpos de las neuronas y células gliales dispersas entre las anteriores.

De acuerdo a su morfología y función, estas células se pueden agrupar en:

- a) Neuronas de asociación: son de tamaño pequeño con un núcleo esférico, cromatina formando grumos irregulares, teñidos densamente, citoplasma escaso y poco nítido. Un tipo de éstas ha sido denominado células globulares (Du Porte, 1961).
- b) Neuronas motoras: de mayor tamaño, con núcleos ovales o esféricos, cromatina formando dos o más grumos menos densos que en las anteriores, citoplasma más nítido.
- c) Neuronas secretoras o Células Gigantes de Hartweek (Demerec, 1950) de gran tamaño, núcleo ovoide, cromatina diluida y nucléolo bien teñido. Citoplasma abundante, denso, con gran cantidad de gránulos de secreción.
- d) Células de neuroglia: de pequeño tamaño, polimorfas, núcleos elípticos o fusiformes, nítidos. Citoplasma tan escaso que a veces se observa como delgadas membranas que se originan de diferentes regiones del núcleo.

Otro tipo de elementos accesorios observados en esta zona lo constituyen las traquéolas y los canales. Ambas estructuras también se encuentran en el límite corteza-neuropila.

Los canales son espacios delimitados por una delgada capa de células fusiformes.

En el centro del ganglio se encuentra la neuropila que constituye la mayor parte de la masa del ganglio. Se encuentra rodeada por la corteza, a excepción de la zona donde se originan los conectivos y nervios. Está formada por los axones y sus ramificaciones y las delgadas prolongaciones de las células. Al examen microscópico, la neuropila se observa como una red de fibras cortadas transversal o longitudinalmente. Entre estas fibras quedan espacios y gránulos de secreción.

En un ganglio la neuropila puede estar "estructurada" (centros o glomérulos) y "no estructurada" (Maynard, 1962).

Los conectivos, histológicamente están constituidos externamente por una envoltura que es la continuación del neurilema. En el interior se encuentran los axones de las neuronas, los núcleos fusiformes de las células gliales y gránulos de secreción, éstos son semejantes a los de las neuronas secretora y de la neuropila de los ganglios.

DESCRIPCION HISTOLOGICA DEL GANGLIO SUPRAESOFAGICO

El ganglio, rodeado externamente por el neurilema, está formado por las regiones Proto, Deuto y Tricocerebral, lo que es común a todos los insectos.

PROTOCEREBRO.

Lo más característico de esta región del ganglio es la neuropila en que se ubican las siguientes estructuras:

- a) Cuerpos fungiformes (Figs. 3 y 5): (corpora pedunculata) formados por un amplio cáliz y un corto pedúnculo. Este es más ancho en su región distal, en la cual se observan zonas más coloreadas que corresponderían a una mayor condensación de fibras. Lateralmente a los cuerpos fungiformes se observa la llegada del tracto óptico que se continúa hacia el extremo posterior, integrándose a la neuropila.
- b) Puente Protocerebral (Fig. 5): se presenta dividido y se observa como dos haces de fibras inmediatamente bajo la pars intercerebralis.
- c) Cuerpo Central: se ubica posteriormente al anterior; la disposición radial de las fibras gigantes que posee, le da el aspecto característico de abanico. Rodeando el cuerpo central e incluso entre sus fibras, se observaron células de neuroglia.
- d) Cuerpos ventrales: son dos pequeñas masas de fibras ubicadas bajo el cuerpo central y posterior a él.

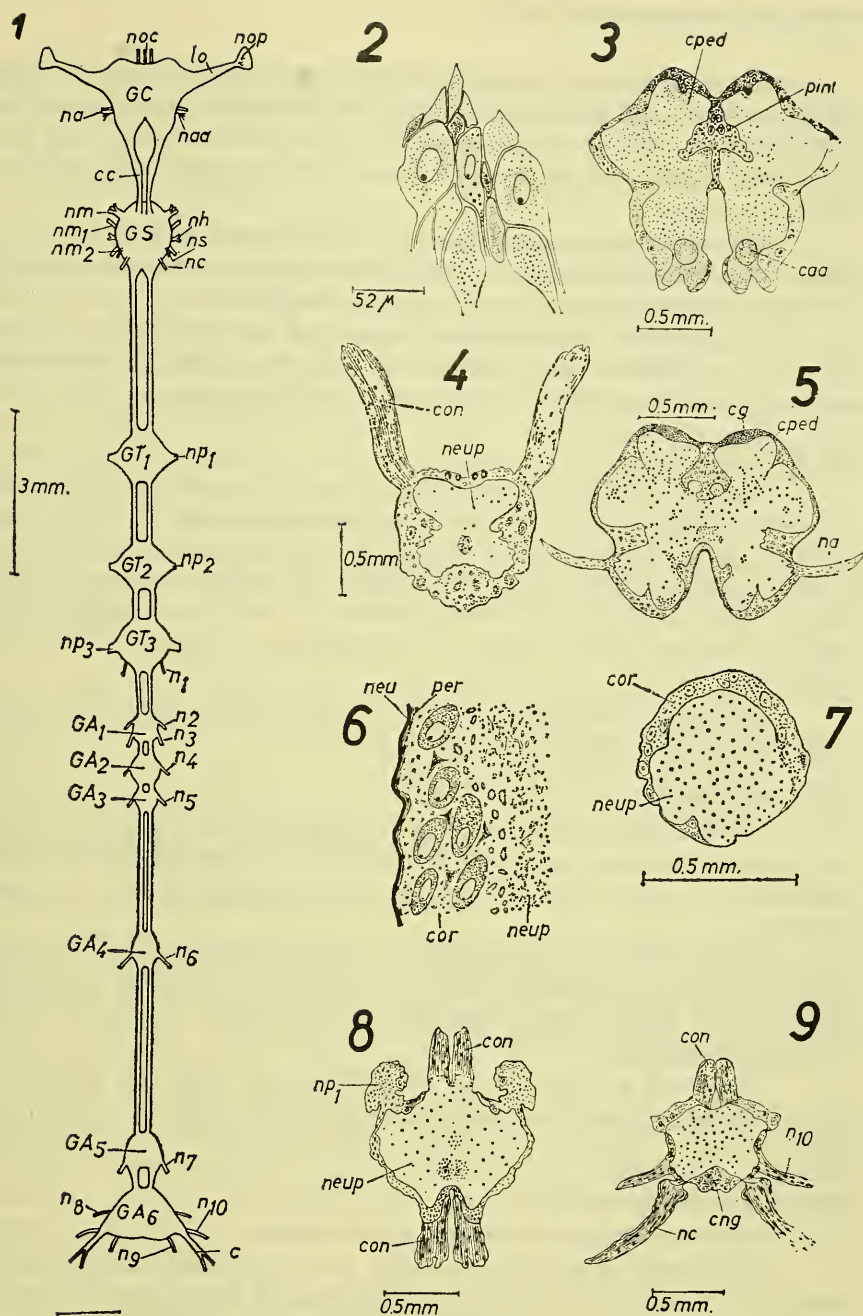


Fig. 1.—Vista dorsal del sistema nervioso; Fig. 2.—Células neurosecretoras de la *pars intercerebralis*; Fig. 3.—Corte sábito-medial del ganglio supraesofágico; Fig. 4.—Corte sábito-medial del ganglio subesofágico; Fig. 5.—Corte sábito-medial inferior del ganglio supra-esofágico; Fig. 6.—Región lateral de un ganglio mostrando las diversas zonas componentes; Fig. 7.—Corte transversal de un ganglio torácico; Fig. 8.—Corte sábito-medial de un ganglio torácico; Fig. 9.—Corte sábito-medial del 6º ganglio abdominal o caudal.

En la corteza del protocerebro encontramos los cuatro tipos de células ya descritos. Las células globulares (neuronas de asociación) se encuentran en gran cantidad entre la región anterior del cáliz y el neurilema. Entre ellas se observan fibras que nacen del cáliz hacia los nervios ocelares.

Las células neurosecretoras se encuentran en su mayoría en la pars intercerebralis (Figs. 2 y 3) y dispersas entre las neuronas motoras ubicadas basolateralmente a los cuerpos fungiformes.

De acuerdo a la descripción general de un ganglio, las células gliales se encuentran por debajo del neurilema, formando el perineurium y dispersas entre los distintos tipos de neuronas.

DEUTOCEREBRO.

La neuropila está formada por dos centros antenales (Fig. 3) circulares, cada uno está constituido aproximadamente por 10 glomérulos. A partir de este centro antenal y lateralmente a él, se origina el nervio antenal (Fig. 5); internamente, el tracto comisural deutocerebral que une ambos centros antenales. El centro occipital se ubica bajo la comisura deutocerebral; de este centro se originan los nervios occipitales.

En la corteza deutocerebral se encuentran además, células neurosecretoras y neuronas de asociación.

TRITOCEREBRO.

La neuropila subcircular está constituida por una densa masa de fibras; en la región posterior se visualizan aproximadamente cuatro glomérulos. Desde aquí se originan algunas fibras hacia el centro occipital.

Desde el centro tritocerebral se originan dos nervios: comisural y labro-frontal. Del tritocerebro nace un grueso tronco de fibras que constituye el collar circum-esofágico que relaciona el ganglio supra con el subesofágico.

Como en el resto de la corteza, en esta zona del ganglio se ubican las neuroglías, neuronas motoras, neurosecretoras y de asociación.

GANGLIO SUBESOFAGICO.

Externamente se encuentra el neurilema.

La corteza se presenta también por debajo del neurilema, rodeando la neuropila, a excepción de la zona de nacimiento de los conectivos y nervios. En ella se ubican los distintos tipos de neuronas y las células gliales formando también el perineurium y dispersas entre las neuronas.

La neuropila es bastante más simple que la del supraesofágico, ya que no presenta ninguna diferenciación glomerular. Sólo se observan algunas condensaciones de fibras, especialmente en las zonas en

que nacen los conectivos y nervios. Se observan además los mismos espacios, fibras longitudinales y transversales y gránulos de secreción que en el ganglio anterior.

GANGLIOS TORACICOS (Fig. 8).

Inmediatamente bajo el neurilema y en determinadas zonas, se observan traquéolas, algunas de las cuales atraviezan la corteza llegando hasta la neuropila.

A continuación del neurilema se observa el perineurium que presenta la misma disposición que en los ganglios anteriores. La corteza rodea a la neuropila y en el primer ganglio torácico, presenta zonas de mayor concentración de cuerpos neuronales motores y secretores: una zona media dorsal y dos ventro-laterales separadas por el surco medio ventral. En el segundo ganglio torácico se observa una agrupación de neuronas secretoras en la zona ventro-lateral.

En el nacimiento de los nervios, la corteza queda reducida únicamente a una delgada capa de células gliales, no observándose cuerpos neuronales.

La neuropila de los ganglios torácicos es muy similar a la del subesofágico, sin diferenciaciones glomerulares, aunque sí con espacios, fibras y granulaciones secretoras. En el segundo ganglio torácico, la neuropila, en su zona central, presenta algunas agrupaciones de fibras dispuestas longitudinal y transversalmente en el corte. En el tercer ganglio torácico la neuropila no es tan compacta como en los anteriores, los espacios son de mayor tamaño.

GANGLIOS ABDOMINALES (Figs. 7 y 9).

Son de menor tamaño que las anteriores, pero similares en la disposición y constitución de su neurilema, perineurium, traquéolas, etc.. La corteza está desplazada hacia un lado (Fig. 7) y presenta neuronas secretoras y de asociación. Su neuropila presenta también grandes espacios, fibras y granulaciones.

En corte transversal de los conectivos que unen el primero con el segundo ganglio abdominal se observan, en uno 5 y en el otro más o menos 7 fibras gigantes. En la pared de algunas de ellas se presentan pequeños núcleos fusiformes. En el resto de los conectivos y dispersos entre las fibras se observan algunos núcleos de mayor tamaño con cromatina granular.

GANGLIO CAUDAL O 6º ABDOMINAL (Fig. 9).

De mayor tamaño que los 5 primeros ganglios abdominales, pero también similar en la constitución del Neurilema y Perineurium. La corteza está formada por neuronas de distintos tamaños, correspondiendo las de mayor tamaño a los cuerpos neuronales de las fibras gigantes que se ubican de preferencia en la región dorsal.

La neuropila es similar a las anteriores, destacándose las fibras gigantes en cortes tanto transversales como longitudinales.

SISTEMA ESTOMATOGASTRICO Y RETROCEREBRAL
DESCRIPCION MACROSCOPICA

SISTEMA NEUROSECRETOR RETROCEREBRAL (Figs. 10 y 11).

En vista lateral (Fig. 10) y a partir de los centros neurosecretores protocerebrales se originan dos cordones nerviosos que ingresan a los corpora cardíaca, dos estructuras subfusiformes, que dan origen latero-posteriormente a un cordón ensanchado en su extremo apical y conectado al corpus allatum respectivo, los cuales son esféricos; este ensanchamiento se denomina calix, tiene una forma subcircular; del extremo apical de los corpora cardíaca se originan las conexiones hacia las glándulas protorácicas oblongas que ocupan en longitud aproximadamente el largo del tórax. Todo este sistema se ubica dorsalmente a la faringe; en vista dorsal la estructura pareada general presenta un aspecto notablemente deprimido.

SISTEMA NERVIOSO ESTOMATOGASTRICO (Fig. 10).

Ubicado sobre el esófago y ántero-ventralmente al ganglio supraesofágico se ubica el ganglio frontal —subtriangular— a cuyos ángulos basales ingresan los conectivos que se originan de los hemisferios tritocerebrales anteriores respectivos; a partir del vértice opuesto del ganglio frontal se origina el nervio recurrente anterior hasta llegar a la altura de los corpora cardíaca y bajo éstos, en donde existe un pequeño ensanchamiento que constituye el ganglio hipocerebral, a partir del cual —y en su extremo posterior— se originan los dos nervios recurrentes posteriores que terminan en el ganglio esofágico respectivo, como un ensanchamiento terminal.

DESCRIPCION MICROSCOPICA

a) *GLANDULA PROTORACICA* (Fig. 12).

Está formada por múltiples acinos y envuelta por una cápsula de tejido conjuntivo que se prolonga rodeando cada acino separadamente.

Los acinos están compuestos por células secretoras en dos estados de actividad. Algunas presentan el citoplasma finamente granuloso, con escasas vacuolas, el núcleo poco teñido y grande, observándose en algunos de ellos el nucléolo. El otro estado presenta escaso citoplasma, grandes vacuolas, núcleos pequeños, compactos y densamente teñidos. Los acinos se intercomunican por medio de una red de túbulos formados por una sola capa de células epiteliales cilíndricas. Estos túbulos se unen para formar un conducto único que va hacia los Córpora Cardíaca.

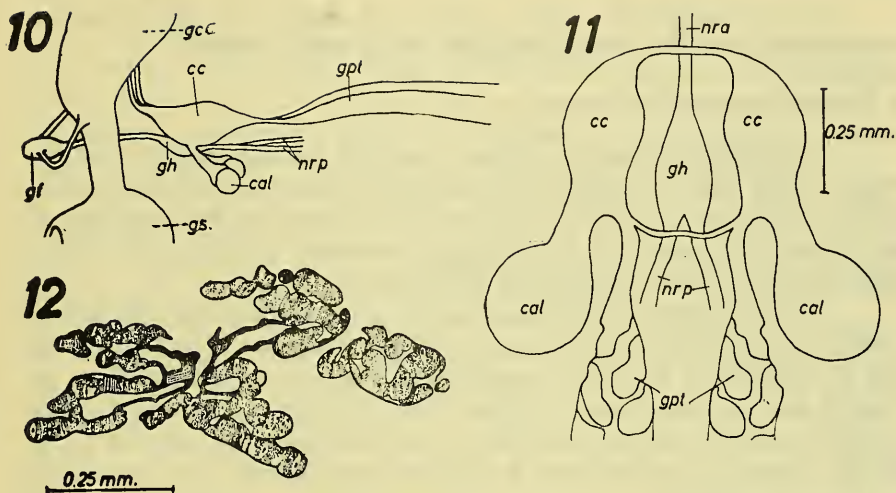


Fig. 10.—Vista lateral del complejo estomatogástrico y retrocerebral; Fig. 11.—Vista dorsal del complejo estomatogástrico y retrocerebral; Fig. 12.—Detalle de la glándula protorácica.

b) *CORPORA CARDIACA*.

El Corpus Cardiacum está envuelto por una capa de tejido conectivo con núcleos distintos y fusiformes. Esta capa rodea cada corpus cardiacum y se continúa hacia el opuesto formando una membrana de células epiteliales con núcleos más esféricos, en la región dorsal y ventral de los corpóra cardíaca.

Cada corpóra cardíaca está formado por dos clases de células: neurosecretoras y cromófilas. Las células neurosecretoras son más grandes, con núcleos poco densos, grandes, citoplasma con gran cantidad de gránulos. La forma celular es variable y en algunos núcleos se observa nítidamente el nucléolo.

Las células cromófilas pueden presentar diferentes formas, su citoplasma es ligeramente granuloso y su núcleo es de forma variable, desde poligonal hasta ovoidal. El tamaño de estas células varía, sin ser mayor que las neurosecretoras. En la región central del corpóra cardíaca se encuentran fibras más o menos ordenadas, orientadas desde la región ventral hacia la dorsal: entre éstas existen espacios irregulares.

c) *CORPORA ALLATA*.

Formado externamente por células epiteliales columnares pseudoestratificadas con una membrana basal (externa). Dispersas entre las células epiteliales se encuentran algunas células caliciformes y hacia el interior células amorfas con límites celulares difusos y núcleos grandes, nítidos y de cromatina granular. En esta masa central de células se observan *espacios intercelulares* relativamente grandes y en caso tejido conectivo.

En la región del calix se observa el ingreso de fibras que se entremezclan con las células amorfas de la masa central.

d) *GANGLIO HIPOCEREBRAL.*

Se encuentra entre los corpora cardíaca hacia la región ventral, unido a cada uno de aquellos por puentes cortos y anchos del mismo tejido cortical de los corpora cardíaca. De su extremo anterior sale el nervio recurrente anterior y en la región opuesta y en forma adyacente, salen los dos nervios recurrentes posteriores.

Histológicamente está rodeado por una prolongación del tejido conectivo que rodea a los corpora cardíaca. Bajo éste y en la zona en que el ganglio no está en comunicación con los corpora cardíaca se observa una o más capas de células subcilíndricas. La neuropila está reducida a las fibras que forman el nacimiento de los nervios recurrentes anterior y posteriores. La corteza está formada por neuronas de tamaño regular.

DISCUSION Y CONCLUSIONES

En general en insecta —en los ganglios— las células o cuerpos neuronales se encuentran en la periferia de él (corteza) y las fibras en el centro del ganglio (neuropila), lo que en vertebrados ocurre a la altura de los centros superiores (encéfalo). Esta disposición de las neuronas nos mueve a estar de acuerdo con Cajal y Sánchez (1915) cuando sugieren que ella se debe al tipo de alimentación o nutrición sanguínea de las neuronas, debido a la carencia, en insectos y en general en artrópodos, de capilares, ya que la hemolinfa sólo baña, efectivamente, los órganos internos del insecto quedando el interior de ellos sin el aporte directo de la hemolinfa. Se logra algo de la deficiencia de ésta con la estructura esponjosa de los órganos, siendo compactos o sólidos sólo aquellos órganos de grosor no superior a 1 mm de diámetro, ya que la difusión se efectúa por un tejido de grosor igual o menor a 0.5 mm.

En el protocerebro de Gryllacridiidae (*Cratomelus armatus* Bl.) el puente protocerebral se presenta dividido en dos porciones, en cambio en Acridiidae se encuentra completo y en Gryllidae algo escotado; la división del puente cerebral en Gryllacridiidae nos mueve a pensar en la posibilidad de una primitividad de esta familia, en la que aún no está clara, histológicamente, la fusión de los ganglios, conservando de esta manera una evidente bilateralidad bastante marcada. En relación con las familias antes mencionadas, la posición de Gryllacridiidae queda marcada como antes hemos propuesto (Guzmán et al., 1971), es decir, una tendencia evolutiva que va desde Gryllacridiidae, pasando por Gryllidae, hasta Acridiidae.

El sistema neurosecretor y el sistema de alarma presenta en *Cratomelus armatus* Bl., como en los otros insectos, un gigantismo estructural; es así que las neuronas secretoras alcanzarían hasta 17 μ de diámetro (Demerec, 1950) en Diptera; en Gryllacridiidae hemos encontrado células neurosecretoras de hasta 80 μ de diámetro.

Por otro lado el sistema de fibras gigantes en la cuerda abdominal de la especie aquí tratada presenta, en los conectivos que se encuentran entre el 1º y 2º ganglio abdominal, entre 5-7 fibras gigantes, cuyos cuerpos neuronales se encuentran en el ganglio caudal (6º abdominal o último). Este número de fibras gigantes es comparable y similar a las de *Periplaneta americana* L. (Blattidae) que posee de 6-8 fibras (Huber, 1965); en cambio en *Locusta migratoria* (Acridiidae) posee 4 fibras gigantes y *Anax* sp. en el estado ninfal (Odonata) entre 6 y 7 fibras (op. cit.); con estos datos anteriores podemos sugerir que el sistema de alarma o escape (de rápida conducción) es, en Gryllacridiidae, bastante eficiente.

Para aumentar esta efectividad de conducción del sistema de fibras gigantes, se observa en los límites de ellos, la capa glial celular que los rodea como núcleos pequeños, fusiformes; esto sin duda se debe a que en las fibras mayores se encuentran, en general, mayor número de giros envolventes de las células gliales (Huber, 1965).

En *Cratomelus armatus* Bl. los corpora allata se encontraban en estado de actividad alto corroborada por la presencia de espacios intercelulares que corresponden a vacuolas intercelulares (Méndes, 1948); por otra parte existe un gran polimorfismo celular en las células neurosecretoras, característico de una gran actividad, lo que se expresa en la condición de preecdisis en que se encontraban los ejemplares examinados.

Las células secretoras de los corpora allata presentan el núcleo y nucléolo bastante grande en relación a lo normal, y el citoplasma es escaso y poco perceptible; este tipo de células neurosecretoras gigantes serían células poliploides (Méndes, 1948), lo que explicaría este gigantismo.

ABREVIATURAS USADAS

c nervio cercal; *caa* centro antenal accesorio; *cal* corpus allatum; *cc* corpus cardiacum; *cg* células globulares; *cng* células nerviosas gigantes; *con* conectivos; *cor* corteza; *cped* corpora pedunculata; *GA* ganglio abdominal; *GC* ganglio cerebroide; *gf* ganglio frontal; *gh* ganglio hipocerebral; *gpt* glándula protorácica; *GS* ganglio subesofásico; *GT* ganglio torácico; *lo* lóbulo óptico; *n* nervio abdominal; *na* nervio antenal; *naa* nervio antenal accesorio; *nc* nervio cercal; *neu* neurilema; *neup* neuropila; *nh* nervio hipofaríngeo; *nm* nervio mandibular; *noc* nervios oclares; *nop* nervio óptico; *np* nervio pedaltorácico; *nra* nervio recurrente anterior; *nrp* nervio recurrente posterior; *ns* nervio salival; *p.er* perineurium; *pint* pars intercerebralis.

BIBLIOGRAFIA

- Andrew, W. 1959. Textbook of Comparative Histology. N. Y. Oxford, University Press.
- Bickley, W. E. 1942. On the Stomodaeal Nervous Systems of Insects. Ann. Entomol. Soc. Amer. 35(3):343-354.
- Delpin, M. E. 1972. Análisis estructural de los túbulos de Malpighi en *Cratomelus armatus* (Bl.) (Orthoptera: Gryllacridiidae). Bol. Soc. Biol. de Concepción. 44: 161-167.
- Del Ponte, E. 1950. Morfología interna. In Curso de Entomología (organizado y dictado por la Soc. Entomol. Argentina). 3(1):161 pp.
- DuPorte, E. M. 1961. Manual of Insect Morphology. Reinhold Publish Co. p. 200-214.
- Gurr, E. 1962. Staining Animal Tissue Practical and Theoretical. London Leonard Hill (Books) Limited, p. 139-140.
- Guzmán, E.; A. Angulo y M. Delpin. 1970a. Análisis estructural del aparato reproductor masculino de Gryllacridiidae. Bol. Soc. Biol. Concepción. 42:137-151.
- Guzmán, E.; A. Angulo y M. Delpin. 1970b. Análisis estructural en ovario de Gryllacridiidae. Bol. Soc. Biol. Concepción. 42:167-175.
- Huber, F. 1965. In Morris Rockstein. The Physiology of Insecta. 2:333-406. Academic Press, N. Y. & London.
- Joly, P. y M. Cazal. 1969. Donnés récents sur les corpora cardiaca. Bull. Soc. Zool. France. 94(2):181-194.
- Krajian, A. A. 1940. Histological Technique. St. Louis The C. V. Mosby Co. p. 140.
- Maynard, D. M. 1962. Organization of neuropil. Amer. Zoologist, 2:79-96.
- Mendes, M. V. 1948. Histology of Corpora Allata of *Melanoplus differentialis* (Orthoptera: Saltatoria). Biol. Bull. 94(3):194-207.
- Nesbitt, H. H. J. 1941. A comparative morphological study of the nervous system of the Orthoptera and related orders. Ann. Entomol. Soc. Amer. 34(1):51-58.
- Power, M. E. 1946. Los centros antenales y sus conexiones dentro del cerebro de *Drosophila melanogaster*. J. Comp. Neur. 85:485-517.
- Raabe, M. 1959. Neurohormones chez les insectes. Bol. Soc. Zool. France. 84:272-316.
- Scharrer, B. 1948. The Prothoracic Gland of *Leucophaea maderae* (Orthoptera) Biol. Bull. 95(2):186-198.
- Scharrer, B. 1961. Functional analysis of the corpus allatum of the insect *Leucophaea maderae*, with the electron microscope. Bioll. Bull. 121(1):370.
- Schmitt, J. B. 1954. The nervous system of the pregenital abdominal segments of some Orthoptera. Ann. Entomol. Soc. Amer. 47(4):677-682.
- Smith, D. S. 1968. Insects cells, their structure and function. Oliver & Boyd, Edinburgh.
- Snodgrass, R. E. 1935. Principles of Insect Morphology. Mc Graw Hill Book Co. 464-509.
- Emmel, V. M. & E. V. Cowdry. 1964. Laboratory Technique in Biology and Medicine. The Williams and Wilkins Co. p. 211.
- Williams, C. M. 1948. Physiology of Insect diapause. III. The prothoracic gland in the *Cecropia* silkworm, with special reference to their significance in the embryonic and postembryonic development. Biol. Bull. 94(1):60-65.