

Estudio comparativo del sistema traqueolar en el ganglio cerebroide de Diptera, Hymenoptera y Lepidoptera: Sphingidae

Comparative study of the tracheolar system in the cerebroid ganglion of Diptera, Hymenoptera and Lepidoptera: Sphingidae

TOMÁS P. PESSACQ *

Revista Colombiana de Entomología 26(3-4): 161-163 (2000)

Resumen. Se hace un estudio histológico comparativo del sistema traqueolar en Diptera, Hymenoptera y Sphingidae mediante la utilización de técnicas de impregnación argéntica. Se describen las características topográficas y estructurales más salientes de los troncos traqueolares principales y de las traqueolas en el lóbulo óptico y otras zonas del ganglio cerebroide.

Palabras clave: Ganglio cerebroide. Sistema traqueolar. Diptera. Hymenoptera. Lepidoptera: Sphingidae.

Summary. A comparative histologic study of the tracheal system in the nervous system of Diptera, Hymenoptera and Sphingidae is made, by the employ of silver impregnation methods. The main structural and architectural characteristics of the cerebral ganglion are described.

Key words: Cerebroid ganglion. Tracheolar system. Diptera. Hymenoptera. Lepidoptera: Sphingidae.

Introducción

Existe un reducido número de investigaciones, tanto en la bibliografía reciente como clásica, que enfoca el análisis estructural del sistema traqueal y traqueolar en diferentes órganos y tejidos de insectos. Existen estudios embriogenéticos sobre el tema (Samakovilis *et al.* 1996) y menciones generales incluidas en forma sucinta en el contexto de trabajos sobre distintos aspectos de histofisiología entomológica (Cochran *et al.* 1979; Cochran 1985; Sohal 1985; Orr y Sohal 1994). El estudio comparativo histológico del sector neuronal abarcando diversas especies y resaltando las diferencias estructurales en función del nivel evolutivo tampoco ha alcanzado gran extensión, en tanto que se cuenta con descripciones detalladas, tanto clásicas como modernas sobre la organización neuronal, en *Apis mellifera* y en Dipteros (Cajal 1909; Cajal y Sánchez 1915; Eichenbaum y Goldsmith 1968; Lane 1985; Trujillo-Cenoz 1985). En este contexto resulta interesante practicar las observaciones orientadas a determinar las características estructurales y la topografía del sistema traqueal y de las traqueolas en el ganglio cerebroide de diversos órdenes de insectos, cuyos resultados se presentan en este trabajo.

Materiales y Métodos

Se estudiaron ejemplares adultos de ambos sexos de: *Azotus platensis* (Brethes), *Polybia scutellaris* (White), *Trypoxylon palliditarse* (Sauss.), *Sceliphron figulus* (Dahlb.), *Xylocopa violacea* (Sauss.), *Polystes* sp. (Hymenoptera), *Sarcophaga carna-*

ria (L.), *Calliphora erythrocephala* (Meigen) (Diptera) y *Protoparce sexta* (Johannson) (Sphingidae). Para la caracterización morfológica y taxonómica de los ejemplares estudiados se consultaron diferentes guías y tratados de entomología general y especial (De Santis 1948; Metcalí y Flint 1965; Richard y Davies 1983; Nieto y Mier 1985; Acevedo 1997).

Las cabezas, despojadas mediante disección de su cubierta cuticular rostral u occipital según la característica de la especie, se fijaron en formol al 20 % y se incluyeron en parafina para secciones histológicas o bien se sometieron a diversos procedimientos de impregnación argéntica en bloque y se incluyeron una vez concluido el procedimiento de reducción (Clayden 1955). Los cortes histológicos en serie se practicaron por planos de sección horizontal, vertical y sagital con un espesor de 10 a 15 micrones. Para las observaciones y fotomicrografías se empleó un microscopio Ortholux con óptica apocromática y el accesorio fotográfico con el cono reductor de 1 1/3; se usó una película Ilford para tomas en blanco y negro de 135 ASA.

Resultados

Aspectos histológicos generales del ganglio cerebroide en dípteros, himenópteros y Lepidoptera: Sphingidae

La masa nerviosa supraesofágica de los artrópodos e insectos (cerebro o ganglio cerebroide) se compone de dos lóbulos pares laterales relacionados con los ojos compuestos, formados por la retina inter-

media, la médula o retina interna y el lóbulo óptico y un cuerpo central trilobulado. Este último está formado por la unión de tres áreas: protocerebro, deutocerebro y tritocerebro. El esquema histológico básico de toda la masa cerebral está determinado por una zona cortical de neuronas muy pequeñas (la sustancia puntillada) y una región central (el neuropilo) constituida por un denso plexo de fibras nerviosas que interconectan los diversos núcleos, más o menos diferenciados, de la región cortical. La diferenciación en área cortical puntillada y neuropilo central es más evidente en los estadios larvales como así también en ejemplares adultos en los ganglios de la cadena tóraco abdominal. Los ganglios ópticos son los que alcanzan mayor desarrollo volumétrico y estructural en relación con las demás partes en todas las especies estudiadas.

Distribución y características histológicas generales de las tráqueas y traqueolas en el ganglio cerebral de dípteros, himenópteros y esfingidos

Diptera. En todas las especies estudiadas, el tronco traqueal principal penetra en el ganglio cerebroide desde la superficie externa a través de la cisura existente entre la médula o retina interna y el quiasma externo. Describe una trayectoria en forma de arco siguiendo la superficie curva de la retina interna, reduciendo el diámetro desde el punto de su ingreso hasta terminar en un capilar traqueolar en la zona medial del ganglio. En este arco traqueal se originan capilares que ingresan al quiasma externo siguiendo un trayecto perpendicular hacia la capa de neuronas bipolares entre

* Calle 121 No. 1467 (e/ 63 y 64) (1900) La Plata, Argentina

los axones entrecruzados (Figs. 1 y 2). Estos capilares traqueolares de la retina intermedia, en número de 8 a 12, se reúnen en una rama colectora que circula a nivel de la capa de cartuchos ópticos originando algunas ramas de pequeño diámetro y traqueoblastos que ingresan a la capa de fotoreceptores. En las demás zonas del ganglio cerebroide, la distribución de las traqueolas sigue un plan general similar al precedentemente indicado para los lóbulos ópticos. Una tráquea principal recorre por un plano sagital la superficie del protocerebro originando capilares penetrantes para los cálices interno y externo y para los lóbulos protocerebrales. Un capilar traqueolar acompaña al esófago en su segmento intraganglionar y origina colaterales finas y traqueoblastos para el tejido nervioso circundante.

Hymenoptera. El volumen y desarrollo proporcional de las diferentes regiones que

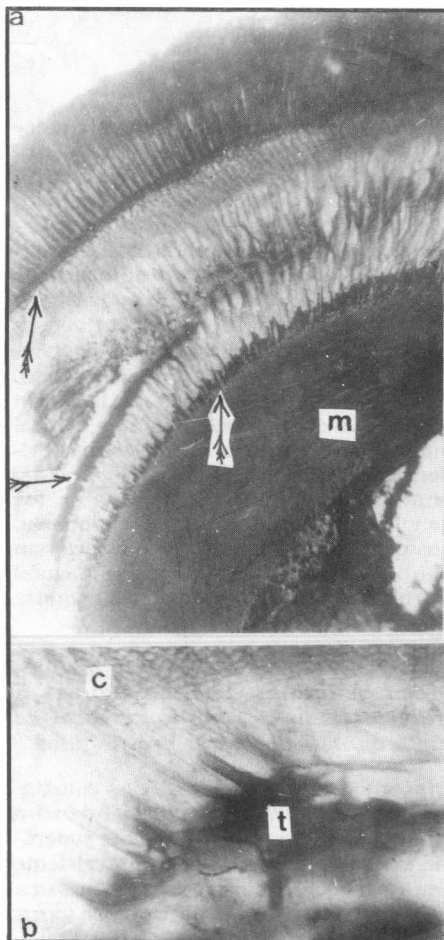


Figura 1. a: Lóbulo óptico en el que se observan ramas traqueolares (flechas) en la línea que separa la retina interna (m) del quiasma externo, en la zona media de éste y en la capa basal existente entre los omatidios y la capa de cartuchos ópticos. b: Traqueola principal (t) del quiasma externo de la que nacen 8 capilares traqueolares dirigidos hacia los cartuchos ópticos (c). *Callyphora erythrocephala* a: x 450; b: x 450. Impregnación argéntica.

componen el ganglio cerebral es mayor en Hymenoptera que en Diptera. El área ocupada por el quiasma externo en el primer orden mencionado duplica al correspondiente en el segundo. En concordancia con este hecho, el desarrollo de la red traqueal y traqueolar que aporta oxígeno al quiasma externo es mayor que en dípteros. El esquema general que sigue la distribución de tráqueas y capilares es semejante al descrito en dípteros. A diferencia de lo que sucede en estos últimos, el diámetro de la tráquea principal que recorre el surco entre el quiasma externo y la retina interna, se mantiene uniforme en todo su trayecto. De esta rama se originan 10 a 15 capilares colaterales, que con un recorrido perpendicular al tronco del que brotan, atraviesan el quiasma externo entre las fibras nerviosas, hasta la capa de fotoreceptores (Fig. 3). Debajo de estos, un capilar traqueolar grueso se extiende en un trayecto continuo por la línea divisoria entre fotoreceptores y neuronas bipolares (Fig. 3a). El resto de las regiones del ganglio cerebroide tiene menor número de capilares traqueolares que las distintas capas pertenecientes al lóbulo óptico. Generalmente un capilar acompaña al esófago en su recorrido intracerebral y da origen a ramas colaterales para el tritocerebro y los grupos de grandes neuronas basales. Una rama traqueal suele estar presente a nivel de la cisura entre el ganglio óptico y el protocerebro, dando capilares para las comisuras, los grupos neuronales y los cálices interno y externo.

Sphingidae. Es en las grandes polillas (*Sphingidae*) de todos los órdenes estu-

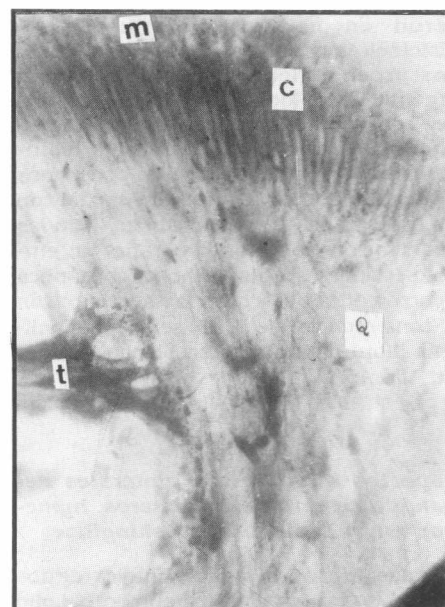


Figura 2. Traqueola principal (t) del quiasma externo (q) con ramificaciones para la capa de cartuchos ópticos (c) y para el quiasma. m: capa de núcleos de las neuronas monopolares. *Sarcophaga carnaria*. x 450. Método de impregnación argéntica.

diados en el presente trabajo, donde el ganglio cerebroide alcanza el mayor tamaño y donde consecutivamente la red traqueolar que le suministra aporte gaseoso, exhibe su máximo grado de extensión y desarrollo. Los troncos traqueales principales siguen el mismo recorrido que en otros órdenes, es decir, se extienden por las cisuras existentes entre la lámina y la retina interna y entre el lóbulo óptico y el protocerebro. Ramas traqueolares de menor diámetro que las mencionadas, acompañan al esófago en su trayecto intraganglionar en tanto que otras penetran por la superficie dorsal y ventral del ganglio cerebroide. Los capilares traqueolares presentan en las grandes polillas (*Sphingidae*) características diferenciales destacadas en relación con las de otras especies. Este hecho se pone en evidencia con mayor claridad en el quiasma externo o nervio óptico (Fig. 3b). Los capilares traqueolares de esta zona tienen una configuración en embudo o cónica. Se originan en el tronco traqueal principal ubicado entre el quiasma y la retina interna mediante un orificio grande. El diámetro se afina gradualmente a medida que las ramas

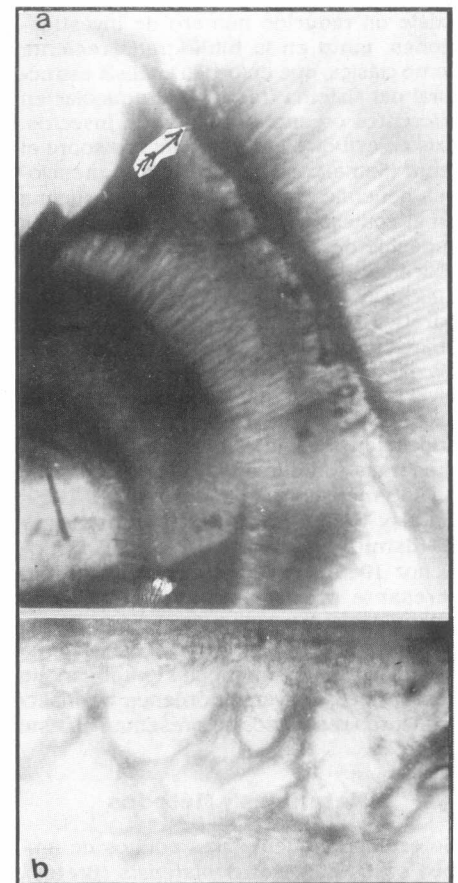


Figura 3. a: Tronco traqueolar (flecha) en la capa basal, entre la de fotoreceptores (f) y el quiasma externo en el lóbulo óptico de *Xylocopaviolacea*. b: Ramas traqueolares en el quiasma externo del lóbulo óptico de *Protoperce sexta*. a: x 150; b: x 450. Método de impregnación argéntica.

traqueolares avanzan entre las fibras nerviosas quiasmáticas hacia la capa de fotoreceptores (Fig. 3b). Los tubos traqueolares están envueltos por una capa de traqueoblastos que forman una vaina en torno a los conductos. A medida que los conductos aéreos se acercan al límite entre la capa de fotoreceptores y la de células bipolares, disminuye su diámetro, hasta quedar reducidos a prolongaciones terminales filamentosas de traqueoblastos, extendidas radialmente hacia fuera entre los fotoreceptores.

Discusión

El análisis de la estructura y topografía de las tráqueas y conductos traqueolares que efectúan el aporte de oxígeno al ganglio cerebroide no ha recibido atención especial por parte de quienes han realizado descripciones detalladas y completas del tejido neural de los insectos. En una importante revisión sobre el sistema excretor de los insectos, se menciona brevemente e ilustra la existencia de traqueoblastos terminales presentes en la extremidad de traqueolas de los tubos de Malpighi y el cuerpo adiposo (Cochran *et al.* 1979; Mullins y Cochran 1983; Cochran 1985). Las características generales de estos tubos son idénticas a las de los capilares traqueolares con una extremidad obliterada filiforme, extendidos desde el quiasma externo hacia la capa de fotoreceptores en el lóbulo óptico de Sphingidae y otras familias. El crecimiento del sistema traqueal en Diptera está determinado genéticamente (Samakovillis *et al.* 1996) pudiéndose suponer, si bien no hay datos publicados, que en otros órdenes ocurre lo propio. El desarrollo del aparato traqueolar es una función directa del volumen alcanzado por el ganglio cerebroide. El crecimiento de la red se produce por la actividad de los traqueoblastos, que cumplen en este sentido en el sistema nervioso y en otros tejidos de insectos, un papel homologable al de las células endoteliales de capilares sanguíneos en

vertebrados. Los procesos de envejecimiento tanto en el ganglio cefálico como en otros órganos de insectos, van acompañados por la acumulación de gránulos de lipofuscina en casi todos los tipos celulares (Sohal 1985; Orr y Sohal 1994). Los traqueoblastos no son una excepción en este sentido, y muestran además de gránulos de lipoides, fenómenos de fragmentación en sus prolongaciones periféricas. Como consecuencia de estos cambios durante los últimos períodos de vida del insecto, los espacios peritraqueolares se dilatan y confieren a las secciones histológicas del ganglio cerebroide un aspecto agrietado, hecho que ha sido brevemente referido por otros autores (Sohal 1985).

Bibliografía

- ACEVEDO J., E. 1997. Aspectos básicos sobre morfología y fisiología de insectos. Centro Editorial Universidad de Caldas. Manizales. Colombia.
- CAJAL, S. R. 1909. Nota sobre la estructura de la retina de la mosca (*M. vomitoria*). Trab. del Lab. de Invest. Biol. Madrid. 7: 217-257.
- CAJAL, S. R.; SANCHEZ, D. 1915. Contribución al conocimiento de los centros nerviosos de los insectos. Trab. del Lab. de Invest. Biol. Madrid 13: 1-164.
- CLAYDEN, E. C. 1995. Practical section, cutting and staining. J. & A. Churchill. (London).
- COCHRAN, D. G. 1985. Excretory systems. In: Fundamentals of Insect Physiology. Edited by Dr. Murray S. Blum. John Wiley & Sons, Inc. (U.S.A)
- COCHRAN, D.G.; MULLINS, J.K. 1979. Cytological changes in the fat body of the american cockroach *Periplaneta americana* in relation to dietary nitrogen levels. Annals of the Entomological Society of America 72 (2): 197-205.
- DE SANTIS, L. 1948. Estudio monográfico de los afelinidos de la República Argentina (Hymenoptera, Chalcidoidea.) Revista del Museo de La Plata (Nueva Serie) Tomo V. Sección Zoología. pp. 23-280.
- EICHENBAUM, D. M.; GOLDSMITH, T. H. 1968. Properties of intact photoreceptor cells lacking synapses. J. Exp. Zool., 169: 15-32.
- LANE, N. 1985. Structure of components of the nervous system. En: Comprehensive insect physiology. Biochemistry and Pharmacology. Edited by: Gerald A. Kerkut and Lawrence I. Gilbert. Pergamon Press (New York).
- METCALF, C. L.; FLINT, W. P. 1965. Insectos destructivos e insectos útiles. Compañía Editora Continental (México).
- MULLINS, D.E.; COCHRAN, D. G. 1983. Nitrogen metabolism. En: Endocrinology of Insects. Pp 451-464. Alan R. Liss, Inc.(New York).
- NIETO N., J. M.; MIER D., M. F. 1985. Tratado de Entomología. Ed. Omega. (Barcelona).
- ORR, W. C.; SOHAL, R. S. 1994. Extension of like-span by overexpression of superoxide dismutase and catalase in *Drosophila melanogaster*. Science 263: 1128-1130.
- RICHARD, O. W.; DAVIERS, R. G. 1983. Tratado de Entomología. Imms. Ed. Omega (Barcelona).
- SAMAKOVILIS, C.; HACOEN, N.; MANNING, G.; SUTHERLAND, D. C.; GUILLERMIN, K.; KRASNOV, M. A. 1996. Development of the *Drosophila* tracheal system occurs by a series of morphologically distinct but genetically coupled branching events. Development 122 (5): 1395-1470.
- SOHAL, R. S. 1985. Aging in insects. En: Comprehensive insect physiology. Biochemistry and Pharmacology. Edited by: G. A. Kerkut and L. I. Gilbert. Pergamon Press (New York).
- TRUJILLO-CENOZ, O. 1985. The eye: development, structure and neural connections. En: Comprehensive insect physiology. Biochemistry and Pharmacology. Edited by: G. A. Kerkut and L. I. Gilbert. Vol. 6. Pergamon Press (New York).