

DESCRIPCIÓN HISTOLÓGICA DE OJOS COMPUESTOS DE *Pseudoleon superbus* (LIBELLULIDAE) Y DE *Enallagma novaehispaniae* (COENAGRIONIDAE)

María del Pilar Villeda-Callejas¹, Héctor Barrera-Escorcia², Viridiana Liset, Rojas-Frias¹, José Ángel Lara-Vázquez¹, Saúl Flores-Maya², y Daleth Guedea-Fernández² | Laboratorio de Zoología¹, Laboratorio de Microscopía², FES Iztacala, UNAM. Av. de los Barrios # 1, Los Reyes Iztacala, Tlalnepantla, Edo. de México. México C. P. 54090. mapili_villeda@yahoo.com.mx, hectorbarrera@hotmail.com

RESUMEN: Los odonatos son grandes depredadores como náyade y adulto por lo cual los fotorreceptores son fundamentales para obtener su alimento; lo que resulta de gran interés. Los objetivos son describir comparativamente la morfología del ojo compuesto y las variaciones que hay entre especies; mediante la técnica histológica. Los cortes histológicos mostraron que los ojos compuestos de *P. superbus* y *E. novaehispaniae* presentaron los mismos componentes celulares con algunas variaciones: las dimensiones de las omátides son, 756.9 μm y 365.5 μm respectivamente; se localizaron células corneógenas bien definidas, los conos cristalinos guardaron un acomodo homogéneo en ambas especies, pero más alargados en *P. superbus*. Las células pigmentarias se observaron distribuidas a lo largo de toda la omátide, en zigópteros la pigmentación se observó más intensa con respecto a los anisópteros. El rabdomero es delgado y separado por el citoplasma de las células de la retina cuyo número es de seis con ligeras variaciones en su aspecto.

Palabras clave: Odonatos, ojos compuestos, histología.

Histologic description of the compounds eyes of *Pseudoleon superbus* (Libellulidae) y de *Enallagma novaehispaniae* (Coenagrionidae)

ABSTRACT: Odonata are large predators like naiad and adult photoreceptors are essential for their food ; so it is of great interest. The targets are comparatively describe the morphology of the composite eye, and there are variations between species; by histological technique. The histological sections showed that the compound eyes of *P. superbus* and *E. novaehispaniae* and have the same cellular components with variations as are the dimensions of the omátides , 756.9 μm and 365.5 μm respectively ; corneogen and well-defined cells in both species were located , crystalline cones have a homogeneous arrangement in both species, but more elongated in *P. superbus* . Pigment distributed cells were observed throughout the omátide in damselfly more intense pigmentation regarding dragonflies. The rbdomer is thin and separated by the cytoplasm of the cells of the retina with number six with slight variations in appearance.

Keywords: Odonatos, compound eyes, histology.

Introducción

Dentro del gran grupo de los insectos, los integrantes del orden Odonata tienen los ojos compuestos más grandes, además de poseer el mayor número de facetas u omátides, aproximadamente unas 30,000. Las omátides captan la luz, atrapándola desde miles de direcciones. Al procesar esta información, la imagen que forman no es tan precisa en detalles y colores por percibir la luz ultravioleta y los planos de polarización, sin embargo, detectan asombrosamente el movimiento; de hecho, sus facetas superiores (por lo general de color más oscuro), están especializadas en el movimiento por ser de diámetro mayor, mientras las inferiores aprecian más las formas y colores. Al captar esta información, muestran zonas oscuras o pseudopupilas que dan expresividad a sus ojos; cuanto mayor sean, la mejor visión se encuentra en esa dirección.

Las libélulas pueden ver todos los colores que el humano observa, pero además ven la luz ultravioleta y la luz polarizada, también pueden detectar el parpadeo de la luz al doble de velocidad (80 a 49 veces por segundo), (Dunkle, 2000).

Durante su vida los odonatos se caracterizan por presentar una gama de comportamientos muy variada que dependen en parte de su capacidad visual, por ejemplo: durante su reproducción, el reconocimiento de la hembra en el cortejo; para evitar ser depredados; así como también durante su alimentación, al ser magníficos depredadores, las presas son detectadas visualmente y las habilidades de caza son mejoradas por su excepcional poder de visión (Moore, 1997). No obstante, no todas las especies tienen igualmente desarrollada su visión y depende de sus hábitos y hábitats, difiriendo el tamaño de las facetas oculares de más grandes a más pequeñas de acuerdo con la zona donde se ubiquen en el ojo compuesto, sin embargo su capacidad visual es impresionante.

En este orden se han realizado pocos estudios de la morfología interna a nivel histológico, así como de los ojos compuestos por lo que es interesante conocer con más detalle éstos fotorreceptores con el apoyo de la microscopía de luz transmitida.

En el presente trabajo se describe comparativamente la morfología del ojo del adulto de *Pseudoleon superbus* (Anisoptera) y de *Enallagma novaehispaniae* (Zygoptera) utilizando la técnica histológica de rutina con H y E (Luna, 1968).

Materiales y Método

Se recolectaron 10 zigópteros y 10 anisópteros adultos, en Zihuatanejo, Gro. con ayuda de una red entomológica aérea y se separaron en dos grupos: los que se utilizaron para su determinación y los que fueron procesados con la técnica histológica. Los organismos se buscaron en diferentes cuerpos de agua tales como: arroyos, estanques y pozas. El material recolectado se trasladó al Laboratorio de Microscopía de la FES Iztacala UNAM para ser determinados por medio de claves especializadas (Nedham, *et al.* 1954; Usinger, 1956).

Se desprendieron las cabezas de los zigópteros y de los anisópteros fijándolas en Bouin, colocándolas por separado en frascos de vidrio Pírex de 20 ml durante 24 horas, posteriormente se lavaron con agua corriente, a continuación se deshidrataron en alcoholes graduales hasta el absoluto; por último se dejaron en alcohol amílico durante 24 horas.

Posteriormente, todas las piezas se incluyeron en parafina y se realizaron los cortes histológicos seriados con un espesor de 5 a 7 μm en un microtomo American Optical, modelo 820. Los cortes se tiñeron con H y E y se montaron siguiendo el método de Luna (1968).

Las preparaciones se observaron a 10, 40 y 100X en un microscopio óptico Motic B Mod. BI-223, y se fotografiaron con una cámara Moticam 2000 empleando para ello el programa Motic (para XP), finalmente fueron interpretadas.

Resultados

A simple vista, los organismos estudiados tienen los ojos compuestos bien definidos ocupando la mayor parte de la cabeza en el caso de las especies de anisópteros; en el caso de las especies de zigópteros presentaron una posición más lateral con respecto a la cabeza, permitiendo un amplio espacio entre ellos.

En las especies estudiadas se observaron muchas semejanzas en el arreglo histológico de sus ojos compuestos, pero también algunas diferencias como se describen a continuación.

Pseudoleon superbus (Fig. 1 A). Externamente se observaron sus ojos franjeados con el fondo café oscuro y líneas de color crema, aún después de muerto; los cortes histológicos fueron transversales y longitudinales, en ambos, la córnea es gruesa y de aspecto estriado. El corte transversal permite diferenciar una sección con las siguientes características: los conos cristalinos tienen forma circular, con un tamaño semejante, un arreglo homogéneo y a su vez rodeados de

pequeñas células; sin embargo en la otra sección se observa como los conos van disminuyendo su tamaño y bordeando su interior se comienzan a distinguir las células que forman la retina, diferenciadas y delimitadas por el arreglo del rabdomero al centro del conjunto arrosado; en un acercamiento a dichas células se les observa rodeando el rabdomero, el cual, tiene un color rosa claro e iniciando donde terminan las células del cono cristalino. La membrana basal es muy delgada y con pocas tráqueas de menor tamaño (Fig. 1 B-D).

El corte longitudinal muestra conos cristalinos de igual tamaño con un acomodo homogéneo y cada uno con sus respectivas células de la retina y células del cono cristalino perfectamente visibles. Posteriormente, se distingue el rabdomero con un color claro y rodeado de las células de la retina.

Enallagma novaehispaniae (Fig. 2 A) adulto. La figura 2 B en corte longitudinal se aprecia la córnea teñida en color rosa claro; enseguida se encuentran los conos cristalinos de igual tamaño y con arreglo muy homogéneo, a su vez, claramente se observan dos elementos: en la parte superior, células corneógenas y en la base células formadoras del cono cristalino. Las células pigmentarias son muy evidentes y en la sección interna del corte, el rabdomero inicia donde terminan las células del cono cristalino. En un corte con más características de ser oblicuo por la disposición de las facetas, éstas son de color rosa y permite distinguir que el cono cristalino está formado por cuatro células (Fig. 2 C).

En la cabeza completa mediante un corte transversal que abarca a los dos ojos, se reconocen con mayor detalle algunas de las estructuras internas. Los ojos, en ambos extremos presentan la córnea en color rosa claro, sin embargo, es posible distinguir que el extremo izquierdo de la cabeza muestra una sección más longitudinal, ya que los conos cristalinos son de forma alargada muy característica; más al fondo se encuentra el nervio óptico. En el extremo derecho de la cabeza se ven las células corneógenas y una zona amplia en la que se encuentra el rabdomero; inmediatamente, se observó una delgada franja que es la membrana basal (o fenestrada) con tráqueas muy pequeñas y poco abundantes.

Tanto en el extremo izquierdo como el derecho, se aprecia claramente el ganglio nervioso y el músculo con su particular forma estriada (Fig. D).

Otro de los aspectos que se analizaron fue la longitud de las omátides tomando la medida desde la parte más externa de la córnea hasta la membrana basal, esto se realizó con 10 omátides obteniendo como promedio en *Pseudoleon superbus* 756.9 μ y en *Enallagma novaehispaniae* 365.5 μ .

Discusión y Conclusión

Se obtuvieron variaciones en las dimensiones de las omátides, estas diferencias se atribuyen a que *P. superbus* es más grande y corpulento con respecto a *E. novaehispaniae* que es más pequeño y esbelto. En el campo se observó que *P. superbus* adquieren mayor rapidez y altura durante su vuelo, a diferencia de *E. novaehispaniae* lo cual probablemente les abre un mayor panorama para la detección de sus presas y también de los cuerpos de agua, que son fundamentales para cubrir su ciclo biológico. Cabe aclarar que durante su comportamiento territorial y de apareamiento, estos organismos sobrevuelan al ras del cuerpo de agua. En *E. novaehispaniae* se mantiene sobrevolando la vegetación que se encuentra a las márgenes de los cuerpos de agua.

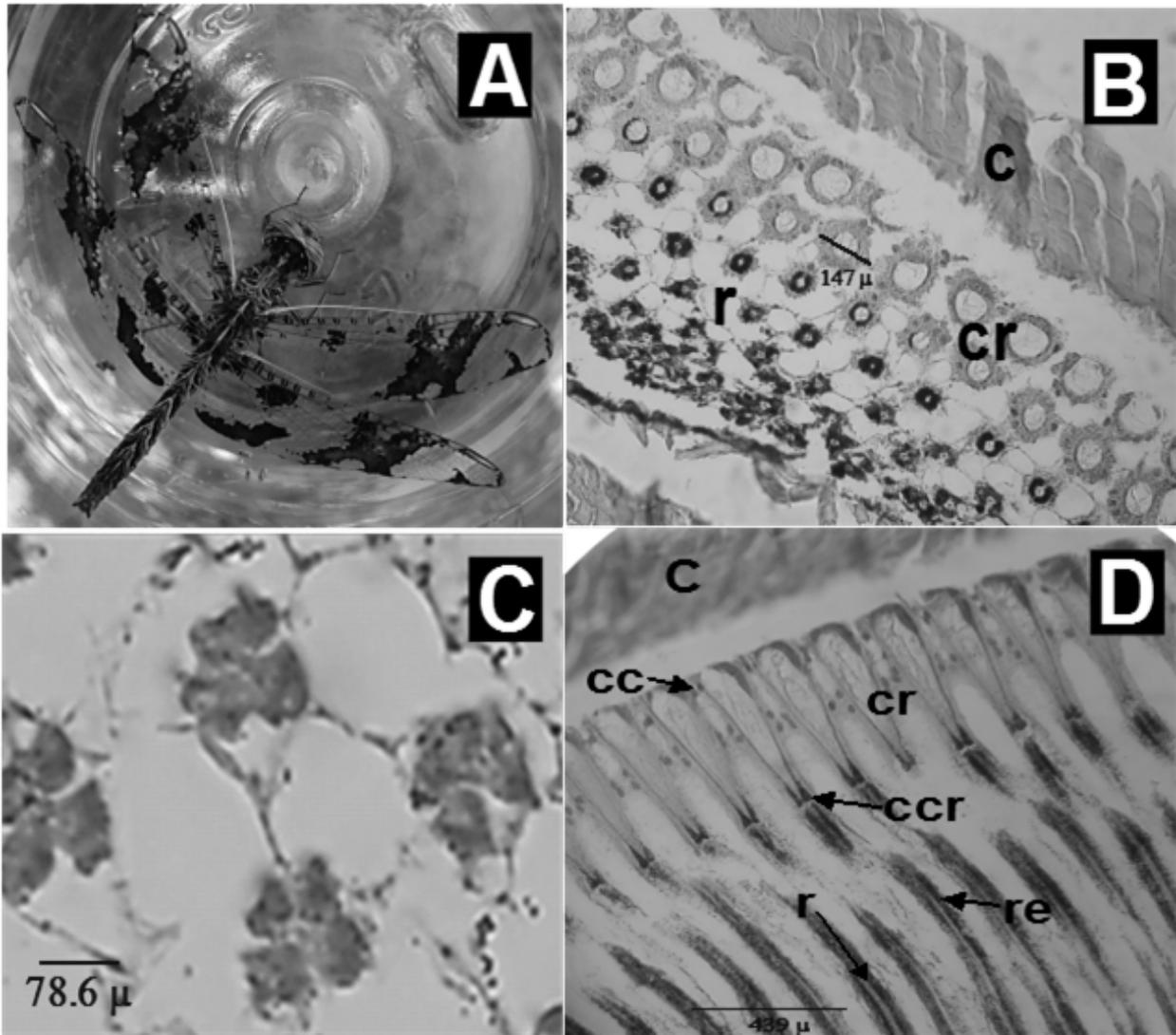


Figura 1: Estructura del aparato visual de un anisoptero adulto. A: *Pseudoleon superbus*. B: Corte histológico transversal donde se observa: c, córnea; cr, cono cristalino y r, rabdómero. C: Se identifican a detalle las células que forman la retina y el rabdómero se encuentra en el centro. D: Corte histológico longitudinal en el que se observan: c, cornea; cc, células corneógenas; cr, cono cristalino; ccr, células del cono cristalino; re, células de la retina y r, rabdómero.

Se considera que por estas características la diferencia cualitativa en el tamaño de las omátides es significativa, en *P. superbus* de mayor tamaño y en *E. novaehispaniae* menores.

En *P. superbus*, la córnea se observó conformada por una sola capa a diferencia de *Brechmoroga mendax* en donde se encontró diferenciada en dos capas: la más externa de menor espesor con respecto a la más interna (Villeda, *et al*, 2013). En *E. novaehispaniae* la córnea también se diferencia en dos capas pero la más externa es de mínimo grosor a comparación del anisóptero (ver escala de referencia). Los conos cristalinos tanto en el anisoptero como en el zigoptero, conservan un acomodo homogéneo y mantienen la forma de una pirámide invertida, sin embargo *E. novaehispaniae* está conformado por cuatro elementos celulares transparentes como se reporta para *Brechmoroga mendax* (Villeda, *et al*, 2013); Caveney (1998) comenta que estos elementos celulares experimentan diversos grados de transformación durante el desarrollo.

Snodgrass (1935) menciona que funciona como una lente en conjunto con la córnea, constituyendo el aparato dióptrico de cada omátide.

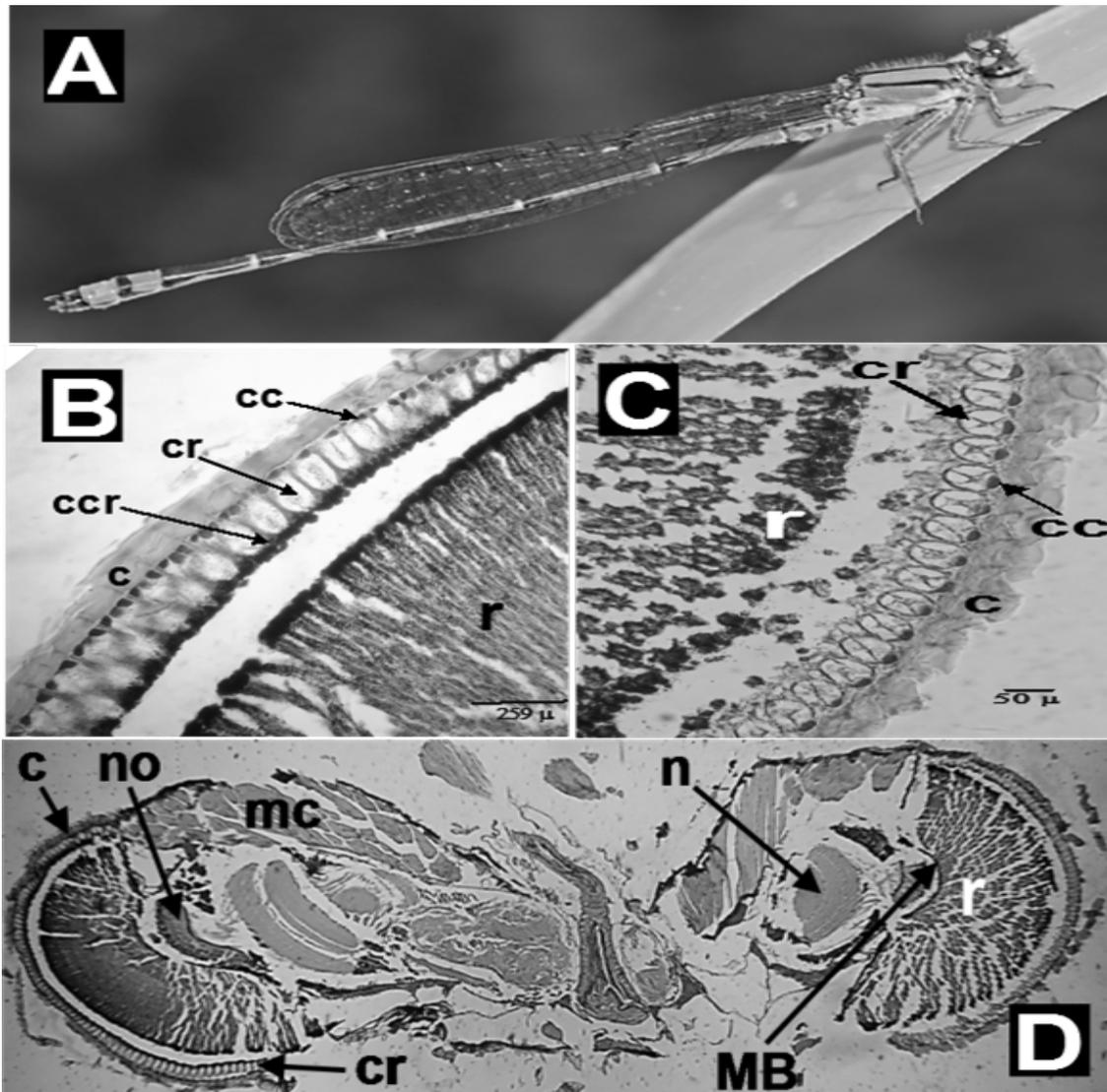


Fig. 2: Estructura del aparato visual de un zigóptero adulto. A: *Enallagma novaehispaniae*. B: Corte histológico en el que se observa: c, córnea; cc, células corneógenas; cr, cono cristalino; ccr, células del cono cristalino y r, rabdómero. C-D: Corte transversal donde se muestran: c, córnea; cc, células corneógenas; cr, cono cristalino; r, rabdómero; no, nervio óptico; mc, músculo; n, ganglio nervioso y MB, membrana basal (fenestrada).

Villeda (2013) reporta que en *Hetaerina americana*, los conos cristalinos tienen un acomodo heterogéneo debido a que en forma intercalada, unos son más largos que otros. En ambas especies son evidentes las células corneógenas. La retina se encontró que estuvo conformada por seis células en ambas especies, sin embargo, algunas tienen un aspecto cristalino y en otras se observan como si estuvieran invadidas por el rabdómero; probablemente se deba al ángulo del corte; según Varela (1974) afirma que en muchos ordenes de insectos y en grado diverso, muestran una considerable variación en número, tamaño, ordenación y detalles

estructurales. Las células pigmentarias se encuentran distribuidas a lo largo de las omátides en ambas especies; estas son responsables de la adaptación de los ojos compuestos a la luz y la oscuridad. La membrana basal es muy delgada en las dos especies. Por las dimensiones de la cabeza de *E. novaehispaniae* se logró obtener un corte donde se observó el nervio óptico y el ganglio nervioso.

Literatura Citada

- Caveney S. 1998. Compound eyes. Microscopic Anatomy of Invertebrates. Wiley-Liss, Inc. Vol. 11B:423-445.
- Luna L.G. 1968. Manual of Histologic Staining Methods of the Armed Forces Institute of Pathology. Mc-Graw Hill. State United of America. Vol. 5: 32-46
- Moore N. 1997. Dragonflies: status survey and conservation action plan. Information Press. UK. USA. 28 pp.
- Needham, J. G., y M. J. Westfall, Jr. 1954. A manual of the dragonflies of North America (Anisoptera) including the Greater Antilles and the provinces of the Mexican border. Univ. Calif. Press, Berkeley. 615pp.
- Snodgrass R. 1935. Principles of insect Morphology. McGraw Hill. USA. 646 p.
- Usinger R. 1956. Aquatic insects of California: with keys to North American genera and California species. University of California Press. U.S.A. 508 pp.
- Varela F. 1974. Los ojos de los insectos. Alhambra. Madrid, España. 105 pp.
- Villeda, C. M. P., Rojas F. V. L., Barrera, E. H., Lara, V. J. A., Guedea, F. D. y Ruiz, P. P. 2013. Histología comparativa de ojos compuestos de *Hetaerina americana* (Calopteroidea: Zygoptera) y *Brechmoroga mendax* (Libellulidae: Anisoptera). Entomología Mexicana. México. Ed. Equihua M. A., Estrada V. E. G., Acuña S. J. A., Chaires G. M. P. Vol.12 Tomo 2: 1448-1452.