

## ESTUDIO DEL SISTEMA REPRODUCTIVO DE *Triatoma pallidipennis* Stål, 1945 (HEMIPTERA: REDUVIIDAE: TRIATOMINAE)

Norma Gianelli Toxqui-Steffanoni<sup>1</sup>, Hortensia Carrillo-Ruiz<sup>2</sup>, José Lino Zumaquero-Ríos<sup>3</sup> y Raúl Rojas-García<sup>4</sup>

Facultad de Ciencias Biológicas, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Blvd. Valsequillo y Av. San Claudio s/n, edificio 112-A, Ciudad Universitaria, Jardines de San Manuel. C. P. 72570. Puebla, Puebla.

✉ Autor de correspondencia: normasteffanoni@gmail.com

**RESUMEN.** Se describe por primera vez el sistema reproductivo de machos y hembras de *Triatoma pallidipennis* Stal, 1945. El sistema reproductivo de la hembra consiste en dos ovarios, dos oviductos laterales, un oviducto común, dos espermatecas y una cámara genital, en donde desemboca el sistema reproductivo y el sistema digestivo. El sistema reproductor del macho consiste en dos testículos, dos conductos deferentes, dos vesículas seminales, cuatro pares de glándulas accesorias y un conducto eyaculador que desemboca en el edeago. El estudio morfológico sobre el sistema reproductor masculino y femenino de *T. pallidipennis* puede contribuir a la comprensión de los aspectos reproductivos de esta especie de importancia médica y generar conocimiento básico que permita conocer aspectos de su biología reproductiva.

**Palabras Clave:** Anatomía, triatominos, vectores.

### Study of the reproductive system of *Triatoma pallidipennis* stål, 1945 (Hemiptera: Reduviidae: Triatominae).

**ABSTRACT.** Here it is described for the first time the reproductive system of males and females of *Triatoma pallidipennis* Stal. The reproductive system of females consists in a pair of ovarioles, two lateral oviducts, one common oviduct, a pair of spermathecae and a genital camera, which merge the reproductive system and digestive system. The reproductive system of males is composed of a pair of testis, two vasa eferentia, two vasa deferentia, two pair of seminal vesicles with four pair of accessory glands, an ejaculator duct which ends in the opening of the ejaculator duct. The morphological study on the male and female reproductive system of *T. palidipennis* can help to understand the reproductive aspects of this species of medical importance and the understanding of the basic knowledge that allows to know the aspects of its reproductive biology.

**Key Words:** Anatomy, triatomine, vectors.

## INTRODUCCIÓN

Los triatominos son insectos que pertenecen al orden Hemiptera, formando parte de la subfamilia Triatominae la cual incluye más de 130 especies hematófagas que se alimentan de la sangre de vertebrados. En México, se reportan un total de 32 especies distribuidas en siete géneros: *Dipetalogaster* Usinger, 1894, *Eratyrus* Stål, 1859, *Paratriatoma* Barber, 1938, *Panstrongylus* Berg, 1811, *Belminus* Stål, 1859, *Triatoma* Laporte, 1832 y *Rhodnius* Stål, 1859. De estas especies, 28 son endémicas y 23 se reportan como infectadas naturalmente con *Trypanosoma cruzi* Chagas, 1909, las cuales son consideradas especies vectores (Martínez *et al.*, 2006).

Muchos insectos hematófagos son organismos vectores ya que ingieren sangre infectada con agentes causales de enfermedades: virus, bacterias o protistas con mecanismos que infectan a nuevos huéspedes. Más de 14,000 defunciones se reportan en el mundo como consecuencia de enfermedades transmitidas por vectores, tales como el paludismo, dengue, esquistosomiasis, tripanosomiasis, leishmaniasis, enfermedad de Chagas, fiebre amarilla, encefalitis japonesa y oncocercosis (OMS, 2017).

De las diez enfermedades consideradas en la agenda del Programa Especial UNICEF/PNUD/Banco Mundial/OMS de Investigaciones y Enseñanzas sobre Enfermedades Tropicales (TDR), seis son transmitidas por insectos vectores, entre ellas se encuentra la enfermedad de Chagas, la cual es una afección parasitaria, sistémica y crónica causada por el protozooario *T. cruzi*, el cual es transmitido por insectos vectores hematófagos de la subfamilia Triatominae (Hemíptera) (Espinoza *et al.*, 2011). Estos insectos, infectan a las personas expuestas a su picadura, los cuales después de alimentarse depositan sus deyecciones que contienen al parásito, el cual ingresa por la acción exfoliativa al rascar la zona de la picadura o bien por contacto con el tejido lábil de las mucosas.

Cálculos de la organización Drugs for Neglected Diseases initiative (DNDi), indican que seis millones de personas de 21 países de América Latina están infectadas con la enfermedad de Chagas y se estima que 70 millones de personas están en riesgo de contraer esta enfermedad (DNDi, 2018). La especie *Triatoma pallidipennis* Stål, 1872, es considerada responsable de la transmisión de más del 70% de los casos notificados en la República Mexicana, ya que comparada con otras especies *T. pallidipennis* es muy susceptible a la infección por *T. cruzi* (Vidal *et al.*, 2000).

Tay-Zavala *et al.* (2008) mostraron que las hembras de *T. pallidipennis* tienen una alta tasa de reproducción (838 huevos en su tiempo de vida reproductiva), mientras que la supervivencia de los adultos machos oscila entre 27 y 620 y para las hembras de 34 a 570 días (Martínez-Ibarra y Kathain-Duchateau, 1999). Este triatomo es endémico de México y se ha reportado en Colima, Guerrero, Jalisco, México, Michoacán, Morelos, Puebla, Querétaro, Veracruz, Zacatecas y la Ciudad de México (Salazar-Schettino *et al.*, 2005). Para el estado de Puebla, *T. pallidipennis* es considerado como el vector con mayor potencial infeccioso (Sandoval-Ruiz *et al.*, 2008). A pesar de su importancia sanitaria en nuestro país, no se han realizado estudios detallados sobre la anatomía y morfología del sistema reproductivo. Por lo que el objetivo de este trabajo fue describir el sistema reproductivo de hembras y machos de la especie *T. pallidipennis*, con lo que se aportará información útil en la comprensión de su biología reproductiva, así como datos en aspectos sistemáticos.

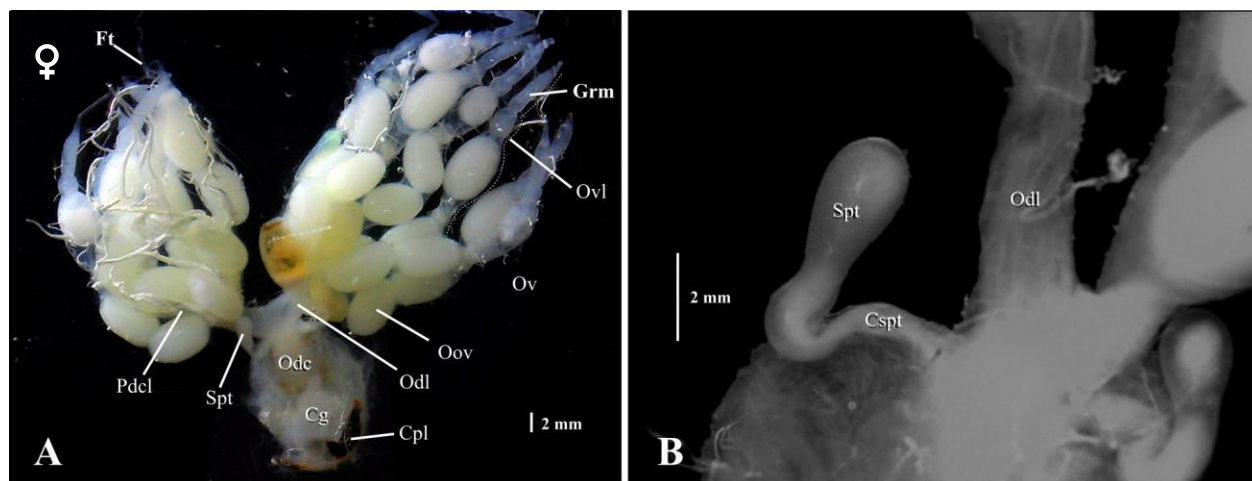
## MATERIALES Y MÉTODO

Para la descripción del sistema reproductivo femenino (♀) y masculino (♂) se seleccionaron de una colonia establecida en el Laboratorio de Parasitología y Vectores, de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, 30 organismos (N=30, 15 hembras y 15 machos) los cuales se sacrificaron con acetato de etilo y se disectaron en solución ringer para evitar la retracción de los tejidos; los sistemas reproductivos completos fueron fijados y extendidos en Carnoy y finalmente almacenados en alcohol al 96% (Martínez-Martínez, 2002).

Con un sistema de cámara genérica digital (Eakins de 16 MP) montada en estereomicroscopio e integrada a ordenador vía puerto USB, se obtuvieron imágenes globales a diferentes enfoques graduales de profundidad en la misma escala (cinco enfoques en promedio) con ayuda del programa MICAM (Microscope Image Capture And Measuring, 2018). Se utilizó la técnica de apilado de los niveles de enfoque para obtener una imagen compuesta con una mejor definición de fondo mediante el uso del programa CombineZP (Combine, 2019). Se obtuvieron imágenes de detalles con mayor zoom y se realizó una edición final de cada imagen compuesta con el programa SerifDraw Plus X8 (2019). En la indicación de órganos, se siguió la terminología anatómica de Snodgrass (1935).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

**Hembras (♀).** El sistema reproductivo de la hembra consiste en dos ovarios (Ov), dos oviductos laterales (Odl), un oviducto común (Odc), dos espermatecas (Spt) y una cámara genital (Cg), en donde desemboca en posición dorsal el sistema digestivo y en posición ventral el sistema reproductor (Fig. 1A).



**Figura 1.** Sistema Reproductivo de la hembra (♀) de *T. pallidipennis*: A. Sistema reproductivo completo. B. Acercamiento de la espermateca (Cg, cámara genital; Cpl, placa de la cámara genital; Ft, filamento terminal; Grm, germario; Odc, oviducto común; Odl, oviducto lateral; Oov, ovocito; Ov, ovario; Ovl, ovariola; Pdcl, pedicelo; Spt, espermateca;).

**Ovario.-** El ovario (Ov), tuvo una longitud  $22.06 \pm 1.53$  mm (N=15) y consiste en siete ovariolas (Ovl) las cuales están cubiertas por una membrana conectiva. Cada ovariola presenta un filamento terminal (Ft), un germario (Grm), un vitelario (Vtl) y un corto pedicelo (Pdcl). El vitelario tiene de cuatro a cinco ovocitos (Oov) de diferentes tamaños y los ovocitos basales de todas las ovariolas maduran simultáneamente, estos tuvieron una longitud promedio de  $2.2 \pm 0.16$  mm y un ancho de  $1.1 \pm 0.5$  mm (Fig. 1A).

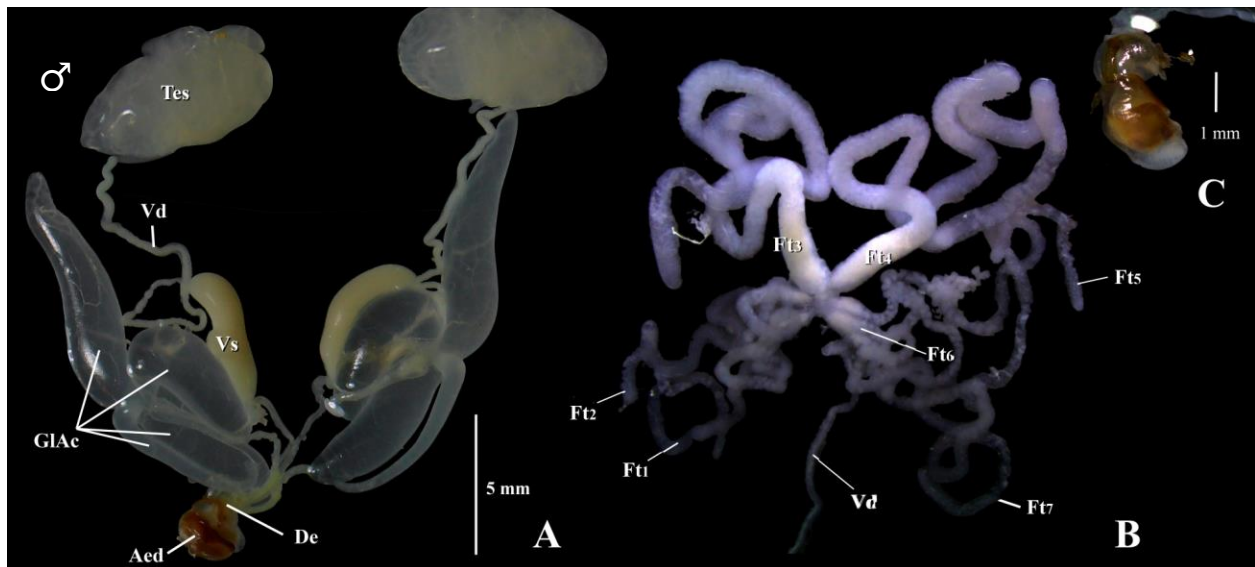
**Oviductos laterales.-** Cada oviducto lateral (Odl) es ancho y desembocan en un corto oviducto común (Fig. 1A).

**Oviducto común.-** El oviducto común (Odc) en esta especie es corto y ancho, se extiende hasta el octavo segmento abdominal y desemboca en la cámara genital (Cg) (Fig. 1A).

**Espermatecas.** - Esta especie presenta dos espermatecas, cada una con su conducto (Cspt), el cual es angosto y largo. Cada conducto, desemboca en la región anterior-lateral izquierda y derecha del oviducto común. Ambas espermatecas, son estructuras angostas en la base, ligeramente más amplias en el ápice redondeado (Fig. 1A y B) La longitud de las espermatecas es de  $3.6 \pm 0.48$  mm. **Cámara genital.** - Es una estructura esférica ancha, con numerosas membranas conjuntivas en su región terminal. Está cubierta por dos placas cuticulares anchas y ovaladas laterales con ápice agudo (Fig. 1A). Esta cámara al parecer hace las funciones de una bolsa copuladora, pero se considera que es distinta a una *bursa copulatrix* presente en algunas especies de coleóptera y megaloptera (Snodgrass 1935, Carrillo-Ruiz *et al.*, 2008, Álvarez *et al.*, 2017).

**Machos (♂).** El sistema reproductor del macho consiste en un par de testículos (Tes), dos vasos deferentes (Vd), dos vesículas seminales (Vsm), cuatro pares de glándulas accesorias (AcGI), un

ducto eyaculador (De) el cual abre en el gonoporo, un órgano intromitente *endophallus* (Eph) y un edeago (Aed) (Figs. 2A y C).



**Figura 2.** Sistema reproductivo del macho (♂) *T. pallidipennis*: A. Sistema reproductivo completo. B. Detalle de los siete folículos testiculares. C. detalle del edeago. (Aed, edeago; De, ducto eyaculador; Ft<sub>1-7</sub>, folículos testiculares; GlAc, glándulas accesorias; Tes, Testículo; Vd, vaso deferente; Vsm, vesículas seminales.

**Testículos.**- Cada testículo es de forma oval, se encuentra envuelto por una membrana conectiva y está constituido por siete folículos testiculares (Ft) de forma tubular y con diferente longitud (Ft1,  $33.62 \pm 2.85$  mm; Ft2,  $27.87 \pm 3.35$  mm; Ft3,  $43.12 \pm 7.22$  mm; Ft4,  $42.25 \pm 3.95$  mm, Ft5,  $31.62 \pm 4.53$  mm; Ft6,  $27.25 \pm 4.83$  mm; Ft7,  $34.5 \pm 5.65$  mm; N=15). Cada folículo testicular desemboca en un corto vaso eferente (Ve), los cuales a su vez desembocan en su correspondiente vaso deferente (Fig. 2B).

**Vasos deferentes.**- Los vasos deferentes son largos y delgados, se ensanchan en su región posterior constituyendo así las vesículas seminales (Figura 2A), las cuales son de coloración blanco opaco. Ambos vasos deferentes desembocan en la región anterior ventral del ducto eyaculador.

**Glándulas accesorias.**- Debido a la posición anatómica que ocupan estas estructuras y de acuerdo con Snodgrass (1935), y Chiang *et al.* (2012), se tratan de glándulas accesorias ectodérmicas, cuyo tipo de secreción debe ser determinado mediante técnicas histológicas. Son cuatro glándulas accesorias con forma de saco o bolsa, las cuales desembocan en un conducto largo y angosto, el cual termina en la región anterior dorsal del ducto eyaculador (Fig. 2A).

**Ducto eyaculador.**- Es un conducto corto y angosto el cual abre en el gonoporo el cual se encuentra situado entre la región posterior del ducto eyaculador y la región anterior del órgano intromitente o *endophallus* (Eph) (Fig. 2A).

El sistema reproductivo de las hembras de la especie estudiada es muy similar al reportado por Monteiro *et al.* (2019) para *Triatoma lecticularia* Stål, 1859. Ambas muestran un patrón general semejante en donde se encontraron un par de ovarios cada uno constituido por siete ovariolas formando una estructura en forma de racimo, conectadas hacia un par de oviductos laterales que desembocan en un oviducto común. Nascimento *et al.* (2017) describieron las espermatecas de *T. brasiliensis* (Neiva, 1911), *Triatoma infestans* (Klug, 1834), *Triatoma juazeirensis* (Costa & Felix, 2007), *Triatoma sherlocki* (Papa, Jurberg, Carcavallo, Cerqueira y Barata, 2002) y *Triatoma*

*tibiamaulata* (Pinto, 1926); Chiang *et al.* (2012) describieron las espermatecas de *Triatoma dimidiata* (Latreille, 1811) y Monteiro *et al.* (2019) describieron las espermatecas de *Triatoma lecticularia* (Stål, 1859), todos estos autores mostraron que son estructuras pareadas y guardan un patrón anatómico general: región anterior angosta y región terminal ovalada, concordando con las espermatecas observadas en este estudio de *T. pallidipennis*.

El sistema reproductor de los machos de *T. pallidipennis*, presentan una anatomía general que concuerdan con el sistema reproductivo de los machos de *Triatoma brasiliensis* Neiva (1911), y *Triatoma melanica* Neiva & Lent (1941), descritos por Carneiro *et al.* (2010). Así, las especies del género *Triatoma* hasta ahora estudiadas, coinciden en el número de folículos testiculares que componen a cada testículo (siete), sin embargo, la longitud de estos varía entre especies (Goncalves *et al.*, 1987; Carneiro-Freitas *et al.*, 2007; Carneiro-Freitas *et al.*, 2008). Nuestros resultados muestran que los folículos testiculares tienen diferentes tamaños con respecto a otras especies, para el caso de *T. pallidipennis* los folículos testiculares Ft3 y Ft4 son de mayor longitud ( $42.68 \pm 5.64$  mm; N=15), mientras que en el resto de las especies hasta ahora estudiadas, estos folículos oscilan de 24.89-33.43 mm de longitud.

Por otro lado, en el trabajo de Chiang *et al.* (2012) se describen de manera detallada los cuatro pares de glándulas accesorias de *T. dimidiata*, las cuales difieren con respecto a nuestra especie estudiada, para facilitar la comparación se numeraron estos pares de glándulas, así las AcG11 en *T. dimidiata* son de menor tamaño con respecto a su longitud (1.70 - 2.60 mm) en comparación con *T. pallidipennis* ( $8.75 \pm 0.70$  mm, N=15), estos autores reportan que la longitud de las AcG12,3 y 4 miden de 1.25 a 3.70 mm, en nuestra especie de estudio la longitud de las AcG12 ( $4.375 \pm 0.51$  mm, N=15), las AcG13 ( $35.37 \pm 0.51$  mm, N=15) y finalmente las AcG14 ( $5.62 \pm 0.74$  mm, N=15).

## CONCLUSIONES

Los resultados muestran por primera vez el aparato reproductivo de hembras y machos de *T. pallidipennis*. El sistema presenta estructuras y patrones similares a especies del género estudiadas, sin embargo, existen diferencias en cuanto al tamaño de los órganos que componen el sistema reproductivo de los machos, los folículos testiculares son de mayor tamaño, al igual que las glándulas accesorias que probablemente es el sitio en donde se producen proteínas para mantener en óptimas condiciones los espermatozoides, esto podría estar relacionada con la alta tasa de reproducción reportada para la especie por Tay *et al.* (2008). Estos resultados proporcionan información nueva que puede ser empleada para determinar la capacidad reproductiva de las especies del género *Triatoma* y resulta por lo tanto relevante continuar con trabajos similares que aporten mayor información sobre estas especies de importancia médica en nuestro país.

## LITERATURA CITADA

- Álvarez, A., Carrillo-Ruiz, H. y J. Cebada-Ruiz. 2017. Estudio del Sistema Reproductivo de *Corydalus bidenticulatus* Contreras-Ramos (Megaloptera-Corydalidae). *Entomología Mexicana*, 4: 698-702.
- Carrillo-Ruiz, H., Martínez, I. and M. A. Morón, 2008. Comparative study of the reproductive system of two species of *Hoplia* (Coleoptera: Scarabeidae: Hopliinae). *Proceedings of the Entomological Society of Washington*, 110(3): 778-788.
- Carneiro-Freitas, S. P., Dos Santos-Mallet, J. R., Serrão, J. E., Seixas-Lorosa, E. and T. C. Monte-Gonçalves. 2007. Morphometry of the testis follicles in *Triatoma rubrofasciata* (De Geer, 1773) (Hemiptera, Triatominae). *Animal Biology*, 57(4): 393-400.



- Carneiro-Freitas, S. P., Santos-Mallet, B. J. R., Costa, J., Souza, A. L., Serrão, J. E. and T.C.M. Gonçalves. 2008. A comparative study of testis follicles in species of *Triatoma* (Hemiptera, Triatominae). *Animal Biology*, 58(2):227–233.
- Carneiro-Freitas, S. P., Gonçalves, T. C., Serrão, J. E., Costa, J. and J. R Santos-Mallet. 2010. Male reproductive system structure and accessory glands ultrastructure of two species of *Triatoma* (Hemiptera, Reduviidae, Triatominae). *Micron*, 41(5): 518-525
- Chiang, R. G., Chiang, J. A., Sarquis, O. and M.M. Lima. 2012. Morphology of reproductive accessory glands in eight species of blood-feeding Hemiptera (Hemiptera, Reduviidae) insect vectors of Chagas disease. *Acta Tropical*, 122(2): 196-204.
- CombineZP. 2019. Disponible en <https://combinezp.software.informer.com/>; fecha de consulta: 06-II-19
- Drugs for Neglected Diseases initiative (DNDi). 2018. About chagas disease. What is Chagas Disease?. <https://www.dndi.org/diseases-projects/chagas/> ; fecha de consulta: 20-II-2019.
- Espinoza, J., Bustamante, M., García, A. L., Tenorio, O., Noireau, F., Rivera, D., Rojas-Cortez, M. 2011. Biología reproductiva de dos poblaciones de *Triatoma* infestans (Hemiptera: Reduviidae) en condiciones de laboratorio. *Gaceta Médica Boliviana*, 34(2): 66-70.
- Goncalves-Monte, T. C., Lent, H., Ribeiro-De Almeida, J. 1987. Estudio anatomico e morfométrico de dos folículos testiculares de algunas especies de Triatominae (Hemiptera: Reduviidae). *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz. Rio de Janeiro, Brazil*, 82 (4), 543-550.
- Martínez-Martínez, I. 2002. Técnicas básicas de anatomía microscópica y de morfometría para estudiar los insectos. *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa*, 30: 187-195
- Martínez, F. H., Villalobos, G. C., Cevallos, A. M., De la Torre, P., Laclette, J. P., Alejandre-Aguilar, R., and B. Espinoza. 2006. Taxonomic study of the *Phyllosoma* complex and other triatomine (Insecta: Hemiptera: Reduviidae) species of epidemiological importance in the transmission of Chagas disease: using ITS-2 and mtCytB sequences. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 41(2), 279-287.
- Martínez-Ibarra, J.A. and G. Kattchain-Duchateau. 1999. Biology of *Triatoma pallidipennis* Stal 1945 (Hemiptera: Reduviidae: Triatominae) under Laboratory Conditions. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 94(6): 837-839.
- Matsuda, R. 1976. Morphology and evolution of insect abdomen. International Series in Pure and Applied Biology. Zoology Division. Pergamon Press, Oxford, U. K., 534 pp.
- MICAM (Microscope Image Capture And Measuring. 2018). Disponible en [http://science4all.nl/?Microscopy\\_and\\_Photography](http://science4all.nl/?Microscopy_and_Photography); fecha de consulta: 04-II-19
- Monteiro, M. F., Lisboa, L. C. O., Carvalho-Costa, T. M., Nevoab, J. C., Oliveirab, C. J. F., Serrão, J. E., and E. A. Souza. 2019. Morphology of the spermatheca of *Triatoma lecticularia* (Hemiptera: Reduviidae) (Stal, 1859). *Brazilian Journal of Biology*, 79(1): 144-148
- Nascimento, J. D., Rimoldi-Ribeiro, A., Aguiar-Almeida, L., De Oliveira, J., Mendonça V. J., Cilense, M., and J. Aristeu da Rosa. 2017. Morphology of the spermathecae of twelve species of Triatominae (Heteroptera, Reduviidae) vectors of Chagas disease. *Acta Tropical*, 176: 440-445
- Organización mundial de la Salud (OMS). 2017. Respuesta Mundial para el Control de Vectores 2017–2030. Documento de contexto para informar las deliberaciones de la Asamblea Mundial de la Salud en su 70ª Reunión. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/vector-borne-diseases>; fecha de consulta: 20-II-2019.

- Salazar-Schettino, P. M., De Haro-Arteaga, I., and M. Cabrera-Bravo. 2005. Tres especies de Triatomíneos y su importancia como vectores de *Trypanosoma cruzi* en México. *Medicina Buenos Aires*, 65(1): 63-69.
- Sandoval-Ruiz, C. A., Zumaquero-Ríos, J. L. and O. R. Rojas-Soto. 2008. Predicting Geographic and Ecological Distributions of Triatomine Species in the Southern Mexican State of Puebla Using Ecological Niche Modeling. *Journal of Medical Entomology*, 45(3): 540-546.
- SerifDraw Plus X8. 2019. Disponible en <https://www.serif.com/es/>; fecha de consulta: 11-II-19.
- Tay-Zavala, J., Sánchez-Vega, J. T., Calderón-Romero, L., Romero-Cabello, R., Ruiz-Sánchez, D. J. and J. A. García-Tay. 2008. Estudios del ciclo biológico de *Triatoma pallidipennis* (Stat 1872) y otros aspectos sobre su biología. *Revista de la Facultad de Medicina UNAM*, 51(2): 56-59.
- Vidal-Acosta, V., Ibáñez-Bernal, S. y C. Martínez-Campos. 2000. Infección natural de chinches Triatomíneas con *Trypanosoma cruzi* asociadas a la vivienda humana en México. *Salud Pública de México*, 42(6): 496-503.