

## BIOLOGÍA DE *Meccus phyllosomus longipennis* (Usinger) 1939, *Triatoma recurva* (Stål) 1868 (HEMIPTERA, REDUVIIDAE) Y SUS HÍBRIDOS DE LABORATORIO

Ricardo Valenzuela-Campos<sup>1</sup>✉, Neretva Sinaí González-Rangel<sup>1</sup>, Jordi Gascón-Sánchez<sup>2</sup> y Gumerindo Goicochea-Del Rosal<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Laboratorio de Entomología Médica, Departamento de Ciencias de la Naturaleza, Centro Universitario del Sur, Universidad de Guadalajara, Av. Enrique Arreola Silva 883, 49000 Ciudad Guzmán, Jalisco, México.

<sup>2</sup>Instituto de Salud Global, Barcelona, España.

<sup>3</sup>Laboratorio de Ecología de Vectores, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires, Argentina

✉ Autor de correspondencia: rvalenzuela150@hotmail.com

**RESUMEN.** Los híbridos de triatominos han mostrado características biológicas sobresalientes respecto de sus parentales, lo que puede incrementar el riesgo de transmisión de *Trypanosoma cruzi* Chagas, 1909, a los hospederos. Por ello, se entrecruzaron ejemplares de *Triatoma recurva* (Stål), 1868 y de *Meccus phyllosomus longipennis* (Usinger) 1939, y se obtuvo una cohorte híbrida para comparar los valores de los parámetros biológicos relacionados con su ciclo de vida. Las tres cohortes fueron mantenidas bajo condiciones similares de laboratorio. La cohorte híbrida tuvo el tiempo promedio menor de primer estadio a adulto (156.4±15.7 días). El número de alimentaciones para cambiar de estadio (10.1±2.3; 10.3±1.6) fue menor en las cohortes de *M. p. longipennis* e híbrida, respectivamente. La cohorte híbrida mostró la menor mortalidad (26.1%) y mayor porcentaje (58.9%) de hembras al final del ciclo biológico. La fecundidad por hembra por día (2.1±1.1) fue igualmente mayor en los híbridos. El porcentaje de eclosión de huevos fue superior a 97% en la cohorte híbrida. Se observó que la cohorte híbrida presenta características biológicas que la hacen potencialmente de mayor riesgo como transmisor de *T. cruzi* que sus grupos parentales.

**Palabras clave:** Triatominae, Híbridos, ciclo de vida, enfermedad de Chagas, México

### Biological parameters of *Meccus phyllosomus longipennis* (Usinger) 1939, *Triatoma recurva* (Stål), 1868 (Hemiptera, Reduviidae) and their laboratory hybrids

**ABSTRACT.** Those hybrids descended from interbred species and subspecies of Mexican triatomines have shown outstanding biological and behavioral characteristics respect of their parental groups, which could lead to increasing risk of transmission of *Trypanosoma cruzi* Chagas, 1909 to hosts. Therefore, some experimental crosses of *Triatoma recurva* (Stål), 1868 and *Meccus phyllosomus longipennis* (Usinger) 1939 were carried out and a hybrid cohort was obtained. A study was carried out in order to compare results of some studied biological parameters of the three studied cohorts. A cohort of each of the three studied groups (*T. recurva*, *M. p. phyllosomus* and their hybrids) was maintained under similar laboratory conditions and then compared to each other. Hybrid cohort showed the lowest mean time from first-instar nymph to adult (156.4±15.7 days). Number of blood meals to molt to next instar (10.1±2.3; 10.3±1.6) was lower in *M. p. longipennis* and hybrid cohorts, respectively. The hybrid cohort showed the lowest mortality rate (26.1%) and the highest rate (58.9%) of adult female at the end of the biological cycle. Fecundity per day on each studied female (2.1±1.1 eggs) was higher I the hybrid cohort. Egg eclosion rate was higher than 97% in the hybrid cohort. It was recorded that the hybrid cohort has shown some outstanding biological characteristics, which could mean a higher risk of transmission of *T. cruzi* to hosts than their parental.

**Key words:** Triatominae, hybrids, life cycle, Chagas disease, Mexico

## INTRODUCCIÓN

En México existen al menos 32 especies de triatominos. De éstas, nueve especies son consideradas como de mayor importancia epidemiológica (Salazar-Schettino *et al.*, 2010). Entre tales especies están incluidos cinco de los seis integrantes del revalidado género *Meccus*

(Carcavallo *et al.*, 2000; Barges *et al.*, 2014), los cuáles se estima que son responsables del 74% de la transmisión vectorial de *Trypanosoma cruzi* Chagas, 1909 a los seres humanos en México (Ibarra-Cerdeña *et al.*, 2009). Dado que existe una controversia sobre el apropiado nivel taxonómico (especies o subespecies) de los seis grupos de *Meccus*, para esclarecer un tanto el tema se sugiere consultar una publicación reciente (Martínez-Ibarra *et al.*, 2017a) donde se trata dicha temática. Basados en lo anterior, en este trabajo se considerará a uno de los grupos estudiados como *M. phyllosomus longipennis* (Usinger) 1939. Dicho grupo se encuentra distribuido en parte del Norte (Chihuahua y Durango), Occidente (Sinaloa, Jalisco, Colima y Michoacán) y Centro-Norte (Aguascalientes y Guanajuato) de México, donde es considerado como de mucha importancia epidemiológica. Igualmente, entre las nueve especies mexicanas de más importancia está *Triatoma recurva* (Stål) 1868, considerado un vector importante en la zona norte y noroeste de México (Ramsey *et al.*, 2015). Debido a que los resultados obtenidos mediante técnicas moleculares (Espinoza-Gutiérrez *et al.*, 2013) han llevado a considerar a *T. recurva* como filogenéticamente cercana a las subespecies de *Meccus*, se realizó un estudio donde se entrecruzó (incluidas cruza inversas) a *M. p. longipennis* con *T. recurva*, para conocer los parámetros biológicos de los parentales de *T. recurva*, *M. p. longipennis* y sus descendientes.

## MATERIALES Y MÉTODO

Para la realización del estudio se utilizaron dos colonias de triatomos, establecidas desde 2016 mediante recolectas de un mínimo de 30 individuos, (procedentes de refugios peridomiciliarios de animales domésticos y de granja) de dos localidades ubicadas en diferentes regiones de México. *Triatoma recurva* fue recolectada en Satevó, Chihuahua (26°58'N, 107°42'O), en tanto que *M. p. longipennis* procedió de Sayula, Jalisco (19°57'N, 103°43'O). Los ejemplares recolectados en las áreas descritas fueron identificados mediante las claves taxonómicas de uso más común (Lent y Wgodzinsky, 1979), tomando en cuenta la revalidación del género *Meccus* (Carcavallo *et al.*, 2000; Barges *et al.*, 2014).

Se realizaron cuatro sets de cruza; en el set A se entrecruzaron individualmente 10 hembras de *T. recurva* con 10 machos de *M. p. longipennis*. En el set B se realizó la crusa inversa, 10 machos de *T. recurva* con 10 hembras de *M. p. longipennis*. Los sets C y D incluyeron las cruza parentales de 10 hembras de *T. recurva* y 10 machos de *T. recurva*, y de 10 hembras de *M. p. longipennis* y 10 machos de *M. p. longipennis*, respectivamente. Las parejas entrecruzadas fueron mantenidas bajo condiciones ambientales de temperatura de 25±1°C, humedad relativa (HR) de 70±5 % y fotoperiodo de 12/12 hrs. A todos los ejemplares se les alimentó quincenalmente sobre conejos Nueva Zelanda inmovilizados, los cuales se mantienen y manejan observando la Norma Oficial Mexicana NOM 062-ZOO-1999 (SAGARPA, 1999). Se recolectaron los huevos de cada colonia hasta lograr la obtención de 200 de cada una. Después de la eclosión, las ninfas de cada población fueron agrupadas de 10 en 10 individuos, marcados distintiva e individualmente en el pronoto y conexivo con marcador rojo indeleble (nueve ninfas) como sigue: cuadrante superior izquierdo, cuadrante superior derecho, cuadrante inferior izquierdo, cuadrante inferior derecho, cuadrantes superiores, cuadrantes inferiores, cuadrantes laterales izquierdos, cuadrantes laterales derechos, totalidad del insecto. La ninfa restante fue pintada totalmente con marcador azul indeleble. Las ninfas marcadas se colocaron dentro de vasos de plástico (de 5,5 cm de diámetro x 10,5 cm de alto), adicionados cada uno con un papel doblado en forma de acordeón para soporte.

Se observó a las ninfas al final de la oferta alimenticia con el fin de registrar individualmente si se había realizado la ingestión sanguínea. Los insectos fueron recluidos en una incubadora bajo condiciones de temperatura, HR y fotoperíodo similares a las mencionadas previamente. Se les

revisó individual y diariamente con el fin de registrar mudas o muertes. Al finalizar el ciclo biológico se registró la proporción de hembras/machos en cada cohorte.

De entre los ejemplares que completaron el desarrollo hasta adultos se escogieron 10 parejas por cada cohorte, se les puso por par en un recipiente plástico (similar al usado con las ninfas) y se les crió con las condiciones previamente descritas, con la intención de registrar los datos de oviposición. Los huevos fueron contados a lo largo de treinta días y ubicados en recipientes, por día de oviposición y cohorte, hasta su eclosión.

Para el cálculo de la duración promedio del ciclo biológico, se estableció la media de duración en días para cada estadio de desarrollo, igualmente se obtuvo la media del número de alimentaciones necesario para mudar, por cohorte. Para el análisis en la comparación de la cantidad de huevos ovipositados por hembra, ciclo de vida y número de alimentaciones primero se realizó un análisis multipareado a través de la prueba de Holm-Sidak, encontrando distribuciones normales, por lo que se procedió a realizar análisis por ANOVA. En la comparación de los porcentajes de mortalidad entre los grupos de estudio se utilizó la prueba de ji al cuadrado. Las diferencias fueron consideradas significativas cuando  $p < 0.05$ . Para la realización de los análisis se utilizó el paquete estadístico Sigma Stat, Version 3.1 (Systat Software Inc., San Jose, California, E. U. A.)

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Del set de cruzas A (10 hembras de *T. recurva* con 10 machos de *M. p. longipennis*) no se obtuvo un sólo huevo fértil, por lo que no fue posible obtener ningún parámetro biológico de este set. De las cruzas de los tres sets restantes sí se obtuvo descendencia. El ciclo de vida fue significativamente ( $t = 7.1$ ,  $t = 6.04$ ,  $gl = 2$ ,  $p < 0.05$ ) diferente cuando se compararon las tres cohortes bajo estudio, donde la cohorte híbrida tuvo el menor tiempo y la parental de *T. recurva* el más largo (Cuadro 1). La duración del ciclo de vida en la cohorte de *T. recurva* fue similar a lo reportado previamente para dicho grupo (Martínez-Ibarra *et al.*, 2012), en tanto que el de *M. p. longipennis* (205.2 días) fue más largo que los previamente reportados (Martínez-Ibarra *et al.*, 2017b) para tres poblaciones de esta subespecie. Esto probablemente sea debido a la variabilidad interpoblacional, como se ha registrado previamente para *M. p. longipennis* (Martínez-Ibarra *et al.*, 2017b). En contraste, el ciclo de vida de los híbridos fue de menor duración que el de ambos parentales. El acortamiento del ciclo biológico de una especie genera un potencial rápido incremento de la misma, pues a más adultos, mayor riesgo de abundancia de la población. Ese rápido incremento de la población de triatomíneos en un área, pudiera generar a la vez un incremento en el riesgo de transmisión de *T. cruzi* a las poblaciones humanas.

El número medio de alimentaciones requerido para mudar de primer estadio, subsecuentemente hasta adulto varió entre 8 y 19 veces, siendo sólo significativamente mayor en la cohorte de *T. recurva* ( $t=6.33$ ,  $gl=2$ ,  $p<0,05$ ) (Cuadro 1). Aproximadamente entre 75 y 85% de los ejemplares de las ninfas menores (primero a tercer estadio) de las cohortes de *M. p. longipennis* y la híbrida requirieron en promedio de una alimentación y media de sangre para mudar al siguiente estadio, en tanto que un porcentaje similar de las ninfas mayores (cuarto y quinto estadios) de cada uno de esos dos grupos requirió en promedio de tres alimentaciones para mudar. En contraste, las ninfas menores de *T. recurva* requirieron de tres alimentaciones y las mayores de cuatro. El menor número requerido de alimentaciones significa una ventaja para el triatomo, puesto que cada alimentación, bajo condiciones de campo, significa un riesgo de ser muerto al abandonar su refugio (Costa *et al.*, 2009). El porcentaje de mortalidad varió de la cuarta parte de los ejemplares híbridos a ligeramente más de 80% en *T. recurva*, registrándose diferencias significativas ( $X^2 = 7.22$ ,  $X^2 = 8.89$ ,  $X^2 = 10.59$ ,  $gl = 1$ ,  $p < 0,05$ ) entre las tres cohortes estudiadas (Cuadro 1).

**Cuadro 1.** Ciclo medio de desarrollo de huevo a adulto de *Triatoma recurva*, *Meccus phyllosomus longipennis* y sus híbridos, porcentaje de mortalidad ninfal acumulada y número medio de alimentaciones necesario para mudar.

Ínstar	<i>Meccus phyllosomus longipennis</i>			<i>Triatoma recurva</i>			Híbrido		
	(n)	Ciclo de vida (media±DE)	Alimentaciones (media±DE)	(n)	Ciclo de vida (media±DE)	Alimentaciones (media±DE)	(n)	Ciclo de vida (media±DE)	Alimentaciones (media±DE)
Huevo-NI	179	19.2±1.4	-	132	20.4± 2.6	-	192	20.1± 1.1	-
NI-NII	148	22.7±5.4	1.2±1.0	77	16.7±3.7	2.2±1.7	179	12.0± 1.2	1.2±1.1
NII-NIII	136	25.1±3.8	1.3±1.1	66	33.1±14.4	4.2±2.1	175	14.1±1.4	1.1±1.8
NIII-NIV	130	39.7±11.4	1.4±1.3	57	41.6± 16.5	3.8±2.1	171	30.4±4.4	1.5±2.2
NIV-NV	124	39.1±14.4	3.1±2.1	47	69.1±21.3	4.2±1.9	166	30.1±10.4	3.1±1.8
NV-AD	99	76.1±7.9	3.5±2.2	25	96.1±24.1	3.6±1.9	141	53.7±4.9	3.2±1.5
TOTAL:	99	205.2±26.4 <sup>a</sup>	10.1±2.3 <sup>a</sup>	25	264.7±29.6 <sup>c</sup>	15.6±5.2 <sup>b</sup>	141	156.4±15.7 <sup>a</sup>	10.3±1.6 <sup>a</sup>

Los porcentajes de mortalidad de las cohortes de *T. recurva* (81.1%) y de *M. p. longipennis* (44.8%) fueron similares a los de estudios previos sobre estos grupos (Martínez-Ibarra *et al.*, 2012; 2017a), lo que contribuye una vez más a explicar la importante presencia de *M. p. longipennis* en su área de distribución y la baja abundancia de *T. recurva* en gran parte de su zona de distribución (Salazar-Schettino *et al.*, 2010). En contraste, la cohorte híbrida mostró un porcentaje de mortalidad inferior a 30%, lo que podría generar una alta abundancia de híbridos originados a partir de los dos grupos bajo estudio, con el consiguiente riesgo de transmisión de *T. cruzi* a las poblaciones humanas.

El porcentaje de hembras fue significativamente ( $X^2 = 14.14$ ,  $X^2 = 16.31$ ,  $gl = 1$ ,  $p < 0.05$ ) menor en la cohorte de *M. p. longipennis* respecto de las otras dos cohortes bajo estudio, entre las cuáles no difirió ( $X^2 = 0.03$   $gl = 1$ ,  $p < 0.05$ ) (Cuadro 2). La proporción entre hembras y machos fue de 1:1 en *M. p. longipennis*. Aparentemente dicha cohorte tendría importante potencial de incrementar su abundancia bajo condiciones favorables. En tanto, la proporción de hembras y machos fue de 3:2 en la cohorte híbrida, lo que representaría un potencial más alto de abundancia de la población, dado que a mayor cantidad de hembras poniendo huevos, mayor cantidad de individuos en la población. Ello podría llevar a un incremento en el riesgo de transmisión vectorial de *Trypanosoma cruzi* a los hospederos en sus áreas de distribución (Grant-Guillén *et al.*, 2017).

El porcentaje de eclosión de huevos varió significativamente ( $X^2 = 8.37$ ,  $X^2 = 16.4$ ,  $X^2 = 17.7$ ,  $gl = 1$ ,  $p < 0.05$ ) entre las tres cohortes bajo estudio, siendo menor (66.5%) en *T. recurva* y mayor (97.4%) en la cohorte híbrida (Cuadro 2). Los altos porcentajes (> 90%) de eclosión de huevos en *M. p. longipennis* y en los híbridos reflejan el riesgo de tener abundantes poblaciones en campo. Dichos porcentajes fueron similares a los de varias especies y subespecies consideradas como importantes vectores de *Trypanosoma cruzi*, a saber: *T. sherlocki* Papa, Jurberg, Carcavallo, Cerquera and Barata, 2002 (100%), *T. brasiliensis* Neiva, 1911 (100%), *T. lecticularia* (Stål), 1859 (96%), *Panstrongylus chinai* (Del Ponte), 1929 (95.9%) y *M. p. pallidipennis* (Stål), 1872 (Martínez-Ibarra *et al.*, 2017a; Folly-Ramos *et al.*, 2016; Lima-Neiva *et al.*, 2016; Mosquera *et al.*, 2016; Grant-Guillén *et al.*, 2017).

La fecundidad por hembra por día fue similar ( $t = 1.72$ ,  $gl = 1$ ,  $p > 0.05$ ) entre las dos cohortes parentales estudiadas, pero significativamente ( $X^2 = 10.37$ ,  $X^2 = 10.41$   $gl = 1$ ,  $p < 0.05$ ) mayor en la cohorte híbrida respecto de sus dos parentales (Cuadro 2). La fecundidad por hembra por día no difirió mucho entre las tres cohortes bajo estudio, pero si fue ligeramente mayor en la cohorte híbrida, lo que muestra una ventaja respecto de las cohortes parentales.

**Cuadro 2.** Porcentaje de mortalidad acumulada, porcentaje de hembras al final del ciclo, porcentaje de eclosión de huevos y número medio de huevos por hembra por día en *Triatoma recurva*, *M. p. longipennis* y sus híbridos

Cohorte	Mortalidad		Hembras		(% Eclosión de huevos)	Fecundidad por hembra por día
	n	%	n	%		
<i>M. p. longipennis</i>	179	44.8	99	50.5 <sup>a</sup>	90.5 <sup>a</sup>	1.3 ± 0.5 <sup>a</sup>
<i>T. recurva</i>	132	81.1	25	56.0 <sup>b</sup>	66.5 <sup>c</sup>	1.1 ± 0.6 <sup>a</sup>
Híbrido	192	26.1	141	58.9 <sup>b</sup>	97.4 <sup>b</sup>	2.1 ± 1.1 <sup>b</sup>

Nota: Letras diferentes entre columnas indican diferencias significativas (p < 0.05).

## CONCLUSIÓN

Los resultados más favorables en la totalidad de los parámetros biológicos estudiados indican que la cohorte híbrida presenta un fenómeno de heterosis o “vigor híbrido” (Kumar-Baranwal *et al.*, 2012). Tal vigor híbrido podría llevar a un incremento en el riesgo epidemiológico y facilitar la emergencia de tripanosomiasis, como ha sido registrado en diferentes países sudamericanos con diversas especies de triatomos (Mas-Coma y Bargues, 2009; Almeida *et al.*, 2012). Dichas evidencias, aunadas a las anteriormente publicadas (Martínez-Ibarra *et al.*, 2016, 2017a) sobre híbridos de triatomos mexicanos incrementan la necesidad de realizar estudios sobre la presencia de híbridos en condiciones de campo y conocer su potencial como transmisores de *Trypanosoma cruzi*.

## LITERATURA CITADA

- Almeida, C. E., H. J. Oliveira y C. Galvão. 2012. Dispersion capacity of *Triatoma sherlocki*, *Triatoma juazeirensis* and laboratory-bred hybrids. *Acta Tropica*, 122: 71-79.
- Bargues, M. D., M. Á. Zuriaga y S. Mas-Coma, S. 2014. Nuclear rDNA pseudogenes in Chagas disease vectors; Evolutionary implications of a new 5.8S+ITS-2 paralogous sequence marker in triatomines of North, Central and northern South America. *Infection Genetics and Evolution*, 21: 134-156.
- Carcavallo, R., J. Jurberg, H. Lent, F. Noireau y C. Galvão. 2000. Phylogeny of the Triatominae (Hemiptera: Reduviidae): proposal for taxonomic arrangements. *Entomología y Vectores*, 7(Suppl. 1): 1-99.
- Costa, J., A. Townsend-Peterson y J. P. Dujardin. 2009. Morphological evidence suggests homoploid hybridization as a posible mode of speciation in the Triatominae (Hemiptera, Heteroptera, Reduviidae). *Infection Genetics and Evolution*, 9: 263-270.
- Espinoza-Gutiérrez, B, J. A. Martínez-Ibarra, G. Villalobos, P. De la Torre, J. P. Lacleste y F. Martínez. 2013. Genetic variation of North American Triatomines (Insecta: Hemiptera: Reduviidae) initial divergence between species and populations of Chagas disease vector. *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, 88: 275-284.
- Folly-Ramos, E., L. L. Dornak, G. Orsolon, T. C. Monte-Gonçalves, M. Lilio, J. Costa y C. E. Almeida. 2016. Vector capacity of members of *Triatoma brasiliensis* species complex: The need to extend Chagas disease surveillance to *Triatoma melanica*. *Journal of Vector Ecology*, 41(1): 48-54.
- Grant-Guillén, Y., B. Noguera-Torres, J. Gascón-Sánchez, G. Goicochea-Del Rosal y J. A. Martínez-Ibarra. 2017. First record and biology of *Triatoma lecticularia* (Hemiptera: Reduviidae) in western Mexico. *Acta Tropica*, 177: 194-199.
- <http://www.fmvz.unam.mx/fmvz/principal/archivos/062ZOO.PDF>; fecha de consulta: 15-I-2018.
- Ibarra-Cerdeña, C. N., V. Sánchez-Cordero, A. Townsend-Peterson and J. M. Ramsey. 2009. Ecology of North American Triatominae. *Acta Tropica*, 110: 178-186.

- Lima-Neiva, V., T. C. M. Gonçalves, L. S. Bastos, M. Gumiel, N. C. Correia, C. C. Silva, C. E. Almeida y J. Costa. 2017. Biology of *Triatoma sherlocki* (Hemiptera: Reduviidae) under laboratory conditions: Biological cycle and resistance to starvation. *Journal of Medical Entomology*, 54(4): 831-836.
- Kumar-Baranwal, V., V. Mikkilineni, U. Usha Barwale-Zehr, A. K. Tyagi y S. Kapoor. 2012. Heterosis: emerging ideas about hybrid vigour. *Journal of Experimental Botany*, 63: 6309-6314.
- Lent, H., y P. Wygodzinsky. 1979. Revision of the triatominae (Hemiptera: Reduviidae) and their significance as vectors of Chagas disease. *Bulletin of the American Museum of Natural History*, 163: 123-520.
- Martínez-Ibarra, J. A., E. Paredes-González, Á. Licón-Trillo, O. D. Montañez-Valdez, G. Rocha-Chávez y B. Noguera-Torres. 2012. The biology of three Mexican-American species of Triatominae (Hemiptera: Reduviidae Triatominae): *Triatoma recurva*, *Triatoma protracta* and *Triatoma rubida*. *Memorias Do Instituto Oswaldo Cruz*, 107(5): 659-663.
- Martínez-Ibarra, J. A., B. Noguera-Torres, L. F. Salazar-Montaña, J. C. García-Lino, D. Arroyo-Reyes y J.Á Hernández-Navarro. 2017a. Comparison of biological fitness in crosses between subspecies of *Meccus phyllosomus* (Hemiptera: Reduviidae: Triatominae) in southern Mexico. *Insect Science*, 24: 114-121.
- Martínez-Ibarra, J. A., B. Noguera-Torres, M. Á. Cárdenas-De la Cruz, M. E. Villagrán, J. A. de Diego-Cabrera y R. Bustos-Saldaña. 2015. Biological parameters of interbreeding subspecies of *Meccus phyllosomus* (Hemiptera: Reduviidae: Triatominae) in western Mexico. *Bulletin of Entomological Research*, 105: 763-70.
- Martínez-Ibarra, J. A., B. Noguera-Torres, M. E. Villagrán-Herrera, J. A. de Diego-Cabrera, L. C. Reyes-Sosa, R. A. González-Elizondo, y E. A Loera-Campos. 2017b. Biological parameters of interbreeding populations of *Meccus phyllosomus longipennis* (Hemiptera: Reduviidae: Triatominae) in Mexico. *Journal of Vector Ecology*, 42(1): 193-195.
- Mas-Coma, S. y M. D. Bargues. 2009. Populations, hybrids and the systematic concepts of species and subspecies in Chagas disease triatomine vectors inferred from nuclear ribosomal and mitochondrial DNA. *Acta Tropica*, 110: 112-136.
- Mosquera, K. D., A. G. Villacís y M. J. Grijalva. 2016. Life cycle, feeding, and defecation patterns of *Panstrongylus chinai* (Hemiptera, Reduviidae, Triatominae) under laboratory conditions. *Journal of Medical Entomology*, 53(4): 776-781.
- Ramsey, J. M., A. Townsend-Peterson, Ó. Carmona-Castro, D. A. Moo-Llanes, Y. Nakazawa y M. Butrick. 2015. Atlas of Mexican Triatominae (Reduviidae: Triatominae) and vector transmission of Chagas disease. *Memorias Do Instituto Oswaldo Cruz*, 110(3): 339-52.
- SAGARPA - Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. 1999. *Norma Oficial Mexicana NOM-062-ZOO-1999, Especificaciones técnicas para la producción, cuidado y uso de los animales de laboratorio – 1999*. SAGARPA.
- Salazar-Schettino, P. M., G. E. Rojas-Wastavino, M. Cabrera-Bravo, M. Bucio-Torres, J. A. Martínez-Ibarra, C. Monroy-Escobar y A. Rodas-Retana. 2010. A revision of thirteen species of Triatominae (Hemiptera: Reduviidae) vectors of Chagas disease in Mexico. *Journal of the Selva Andina Research Society*, 1(1): 57-80.