

Nota Científica

***Panstrongylus geniculatus* (Latreille, 1811) (Hemiptera: Reduviidae: Triatominae) en domicilios de El Portachuelo, Mérida, Venezuela: un reporte eco-epidemiológico**

Panstrongylus geniculatus (Latreille, 1811) (Hemiptera: Reduviidae: Triatominae) in dwellings of El Portachuelo, Mérida, Venezuela: an eco-epidemiological report

Oscar Páez-Rondón^{1,2*} , Ingrid Inciarte¹, Fernando Otálora-Luna^{2,3,4}  y Elis Aldana² 

¹Laboratorio de Ecología Sensorial, Centro Multidisciplinario de Ciencias, Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas, Mérida, República Bolivariana de Venezuela. ²Laboratorio de Entomología "Herman Lent", Departamento de Biología, Facultad de Ciencias, Universidad de Los Andes, Mérida, República Bolivariana de Venezuela. ³Department of Biology, School of Arts & Sciences, University of Richmond, Virginia, USA. ⁴Department of Biology, Utah Valley University, Utah, USA. ✉ *oscarpaez.b@gmail.com

ZooBank: urn:lsid:zoobank.org:pub:51DBB558-D378-4916-BC1D-D78383E95E97
<https://doi.org/10.35249/rce.48.1.22.01>

Resumen. Se señala por primera vez la presencia de *Panstrongylus geniculatus*, naturalmente infectado con *Trypanosoma cruzi*, en el intra y peri-domicilio de viviendas de la población de El Portachuelo, a 1650 msnm (Ejido, Estado Mérida, Venezuela). Se plantea la importancia ecológica del presente hallazgo tras los recientes reportes de brotes de la enfermedad de Chagas en el estado Mérida. Se discuten los factores antrópicos locales y climáticos globales que podrían estar correlacionados con la infestación de triatominos en escenarios epidemiológicos emergentes en localidades rurales en proceso de urbanización.

Palabras clave: Chipó; domiciliación; enfermedad de Chagas; intervención antrópica; peri-urbano.

Abstract. The intra and peri-domiciliary presence of *Panstrongylus geniculatus* bugs, naturally infected with *Trypanosoma cruzi*, is reported for the first time in El Portachuelo at 1650 masl (Ejido, Mérida State, Venezuela). The ecological importance of the present finding is raised, which add up to recent reports of outbreaks of Chagas disease in the state of Merida. We discuss how local anthropic and global climatic factors could be correlated with triatomine infestation in emerging epidemiological scenarios in rural localities in process of urbanization.

Key words: Anthropic intervention; Chagas disease; domiciliation; kissing bug; peri-urbane.

La enfermedad de Chagas es una parasitosis tropical causada por *Trypanosoma cruzi* (Chagas, 1909) (Kinetoplastida: Trypanosomatidae: Euglenozoa), un flagelado transmitido por los insectos de la subfamilia Triatominae (y fisiológicamente adaptado a vivir en los intestinos de estos). Se estima que actualmente existen en Latinoamérica aproximadamente más de 8 millones de personas infectadas por este protozooario (Moncayo 2003; CDC 2021). En las últimas décadas se ha reportado en Venezuela una disminución progresiva de la prevalencia en áreas rurales, ubicándose en 44,5% para los años 50 y 60, disminuyendo a

Recibido 31 Octubre 2021 / Aceptado 29 Diciembre 2021 / Publicado online 31 Enero 2022
Editor Responsable: Jader Oliveira

15,6% y 13,7% para los años 70 y 80, hasta llegar a 8,3% y 9,2% para los años 90 (Rojas *et al.* 2008; Rodríguez-Bonfante *et al.* 2007). Esta tendencia a la disminución de la prevalencia de la enfermedad de Chagas, entre los años 50 y 90, ha estado asociada a la implementación del oficialmente denominado Programa de Control de la Enfermedad de Chagas cuyo objetivo fue la interrupción de la transmisión intra-domiciliaria a través del control de vectores (Pifano 1973; Feliciangeli *et al.* 2007); considerada tradicionalmente como la principal vía de transmisión de *T. cruzi* en Venezuela (Lent y Wygodzinsky 1979). Sin embargo, para el año 2007 según el Ministerio de Salud y Desarrollo Social (MSDS 2007) la prevalencia de esta enfermedad en la población venezolana aumenta hasta el 13% y se reporta una incidencia del 4%, y para estas dos últimas décadas se reporta solo una disminución de la prevalencia de 1,6% (Áñez *et al.* 2003, 2020). Estudios en los estados centro-occidentales y noroccidentales de Venezuela reportan para el estado Mérida una seroprevalencia de entre 4,7% y 14% (Áñez *et al.* 1999, 2021; García *et al.* 2001). Recientemente en los municipios merideños Antonio Pinto Salinas y Tulio Febres Cordero se han reportado brotes de la enfermedad de Chagas atribuidos a la transmisión oral de *T. cruzi* que posiblemente ocurrieron a través de la ingesta de alimentos contaminados con heces de triatominos (Áñez *et al.* 2013, 2016), lo que, junto con reportes en otras regiones del país (Alarcón de Noya *et al.* 2009), pone de manifiesto la emergencia de nuevos escenarios de riesgo de transmisión. A la transmisión por vía oral cabría sumar otros factores de riesgo, como la presencia de ciertas especies de triatominos que anteriormente no se consideraban epidemiológicamente importantes, pues no se les observaba en las cercanías de hábitats artificiales. No obstante, ciertas especies de triatominos están actualmente frecuentando el hábitat humano, en gran medida debido al desbalance ecológico de origen antrópico que sufre su hábitat natural (Otálora-Luna *et al.* 2015). Entre las especies de triatominos cuyos hábitos sinantrópicos se vienen haciendo más patentes, resalta *Panstrongylus geniculatus* (Latreille, 1811), una especie que está incursionando en zonas urbanas, incrementando sus “visitas” y adaptación estructural al domicilio humano (Aldana *et al.* 2011a, 2011b; Carrasco *et al.* 2014).

En el presente trabajo se reporta la presencia de triatominos adultos de la especie *P. geniculatus* en dos domicilios en la localidad de El Portachuelo, del municipio Campo Elías (Mérida, Venezuela). Uno de los insectos capturados resultó infectado por formas morfológicas y fisiológicamente compatibles con *T. cruzi*. Se discuten los factores antrópicos y sus implicaciones ecológicas asociadas a los riesgos de transmisión vectorial y oral en dicha localidad.

Los insectos fueron recolectados los días 11, 19, 21 de abril y 29 de junio de 2019 en la localidad antes mencionada, siendo identificados mediante las claves dicotómicas de Lent y Wygodzinsky (1979). Posteriormente se tomaron muestras de heces, es decir, deyecciones con contenido fecal y urinario de la ampolla rectal con solución salina a 0,90%. Las heces fueron observadas en un microscopio estereoscópico de luz (Leica DM750) utilizando el objetivo de 40x. Se capturaron imágenes con una cámara CMOS (EC3, Leica) acoplada al microscopio, las cuales fueron editadas en su balance de calidad de luz (Photoshop CS6). Las coordenadas geográficas del lugar de recolecta de los triatominos fueron registradas a través de un receptor del sistema de posicionamiento global (GPS Garmin eTrex 30) bajo el sistema de coordenadas Universal Transversal de Mercator (UTM), datum WGS 84, Huso 19. Se obtuvieron imágenes satelitales de la localidad reportada para los años 2005 y 2019 (Google Earth Pro, Versión: 7.3.2.5776).

La recolecta de los insectos se llevó a cabo en horas de la escotofase; es decir, se capturaron un macho (Fig. 1) y tres hembras de *P. geniculatus*, todos alimentados hasta repleción; probablemente de sangre humana. Las hembras fueron capturadas sobre la misma cama, cerca de la almohada, en uno de los dormitorios del domicilio. Y el macho fue capturado en el peri-domicilio de la vivienda del vecino más próximo a menos de 15 metros de distancia. Según la observación del frotis de la muestra de deyección sólo el macho se observó con

formas flageladas típicas de epimastigotes (Fig. 2) y tripomastigotes metacíclicos (imagen n/d; observación directa), compatibles con *T. cruzi* (Fig. 2). Este es el primer reporte de esta especie triatomina a una altitud de 1650 msnm en el municipio Campo Elías, Edo. Mérida (Figs. 3, 4), El Portachuelo: Coordenadas geográficas: 08°33,557' N, 71°16,398' W.

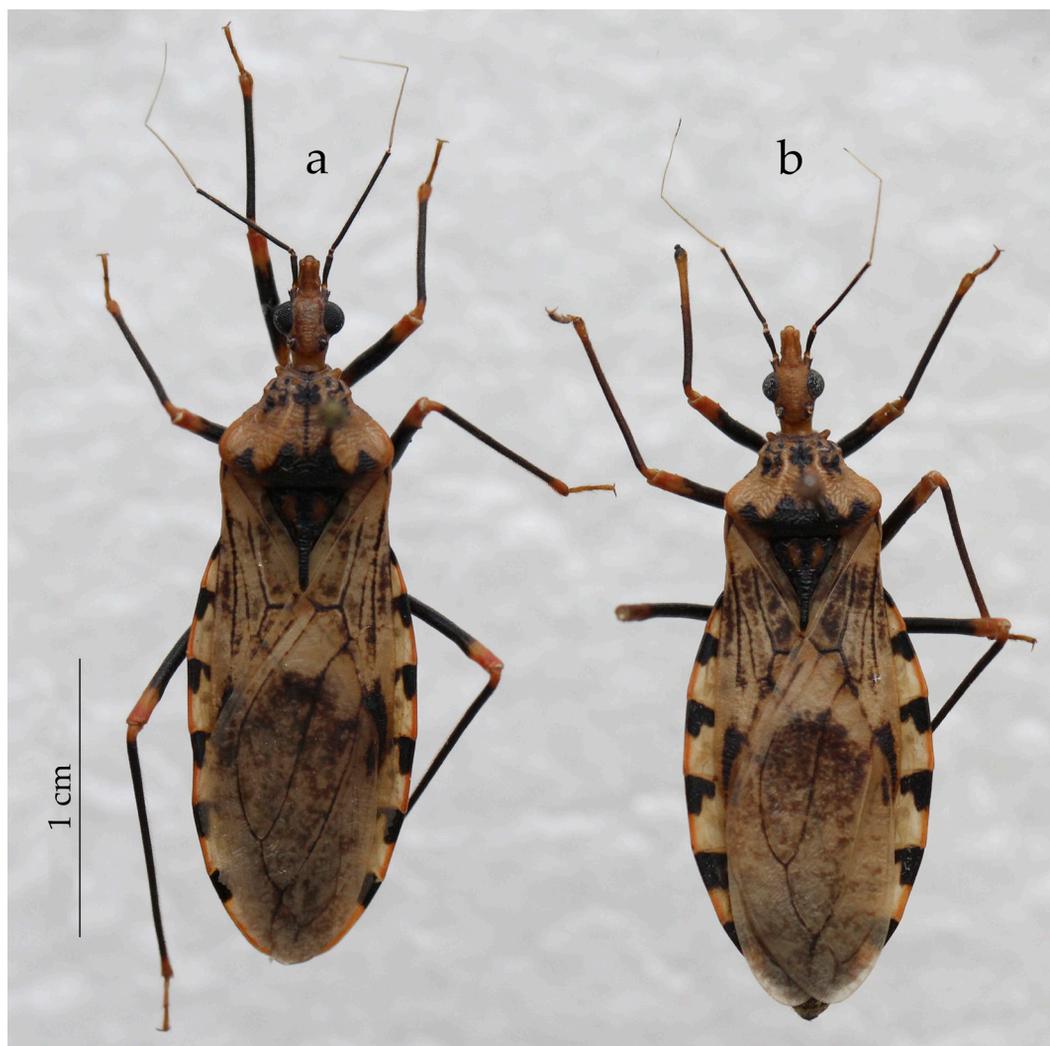


Figura 1. Macho (a) y hembra (b) de *Panstrongylus geniculatus* recolectados en El Portachuelo, Mérida, Venezuela. / Male (a) and female (b) of *Panstrongylus geniculatus* collected in El Portachuelo, Mérida, Venezuela.

La especie *P. geniculatus* ha sido caracterizada tradicionalmente como una especie silvestre que frecuenta zonas boscosas húmedas (Lent y Wygodzinsky 1979) y que posee una amplia distribución geográfica en Latinoamérica (Carcavallo *et al.* 1999; Curto de Casas *et al.* 1996). Según Curto de Casas *et al.* (1996) la variada distribución altitudinal y latitudinal, entre 1000-1500 msnm, de 0° a 22° latitud norte y de 0° a 20° latitud sur, está asociada a su adaptación a las madrigueras de una amplia diversidad de hospedadores mamíferos como el “cachicamo” *Dasypus novemcinctus* Linnaeus, 1758 (Cingulata: Dasypodidae), el “rabipelao” *Didelphis marsupialis* Linnaeus, 1758 (Didelphimorphia: Didelphidae) y varias especies de murciélagos (Molinari *et al.* 2007).



Figura 2. Forma epimastigote compatible con *Trypanosoma cruzi* observada en las muestras de heces del macho de *P. geniculatus* (aumento: 40X). / Epimastigote form compatible with *Trypanosoma cruzi* observed in the fecal samples of the male of *P. geniculatus* (magnification: 40x).

Los reportes de *P. geniculatus* asociados al peri-domicilio y domicilio humano se han venido incrementando en las últimas décadas en diversas latitudes tropicales del Cono Sur de América (Rabinovich *et al.* 2011). Se ha observado a *P. geniculatus* asociado al hábitat humano en Colombia (Wolff y Castillo 2000), Brasil (Valente 1999), Perú (Cáceres *et al.* 2002), Ecuador (Aguilar *et al.* 1999), Bolivia (Depickère *et al.* 2011) y Argentina (Damborsky *et al.* 2001). Además, se ha encontrado a esta especie triatomina en ambientes urbanos y semiurbanos de Venezuela, en la ciudad de Caracas (Carrasco *et al.* 2005; Aldana *et al.* 2011a) y ambientes periurbanos como Hoyo de La Puerta en los alrededores de esta ciudad (Reyes-Lugo y Rodríguez Acosta 2000) y en El Guamito (Feliciangeli *et al.* 2004) y Río Claro (Aldana *et al.* 2011b) en el estado Lara, lo cual evidencia la emergencia de nuevos escenarios eco-epidemiológicos, en los cuales estarían implicados otros mamíferos como el “ratón” *Mus musculus* Linnaeus, 1758 (Rodentia: Muridae), la “rata” *Rattus rattus* (Linnaeus, 1758) (Rodentia: Muridae), el “cochino” *Sus scrofa* Linnaeus, 1758 (Artiodactyla: Suidae) y la “vaca” (*Bos taurus primigenius* Linnaeus, 1758 (Artiodactyla: Bovidae) (Reyes-Lugo y Rodríguez Acosta 2000; Carrasco *et al.* 2005), así como otros factores antrópicos que están ganando creciente atención, como la intervención de ecotopos naturales con el desarrollo del urbanismo y contaminación lumínica en zonas rurales (Vivas *et al.* 2021). Los análisis morfométricos de Aldana *et al.* (2011a, 2011b), han revelado que los ejemplares de *P. geniculatus* que están domiciliados a las viviendas humanas experimentan cambios morfológicos como la disminución significativa del tamaño de las hembras y por ende la disminución del dimorfismo sexual de las poblaciones domiciliadas con respecto a las poblaciones selváticas, que evidencian una adaptación estructural a las condiciones artificiales del domicilio humano.

Con respecto a la presencia de *P. geniculatus* en el estado Mérida de Venezuela, cabe señalar que Áñez *et al.* (2005) reportaron el primer registro de esta especie a 1750 msnm, por encima del límite de 1500 msnm descrito por Carcavallo *et al.* (1999), y además lo encontraron infectado con *T. cruzi*, en la localidad de El Morro en Mérida, estado en el que se han reportado recientemente brotes de la enfermedad de Chagas (Áñez *et al.* 2013, 2016), encontrándose a *P. geniculatus* entre las especies triatominas asociadas a los domicilios afectados (Áñez *et al.* 2013). Estos autores advierten que, aunque es difícil comprobar que las deposiciones fecales de dichos insectos hayan contaminado los alimentos o utensilios usados para su preparación, la transmisión por vía oral no debería descartarse.

Nuestro hallazgo de *P. geniculatus* en dos domicilios de la localidad rural de El Portachuelo a una altitud de 1650 msnm (Figs. 3a, 3b, 4a, 4b) podría ser debido a factores de escala global como el cambio climático, que afectan la distribución geográfica de esta especie triatolina (Ceccarelli y Rabinovich 2015; Tidman *et al.* 2021), así como también factores de riesgo locales como la acción antrópica que afecta los ecosistemas mediante la deforestación, la caza, la agricultura, la ganadería intensiva, la iluminación artificial y, en general, la tendencia al urbanismo de zonas rurales, la cual propicia el desplazamiento y disminución de la población de mamíferos hospedadores de los triatominos (Franco-Paredes *et al.* 2020). Como ejemplo de la puesta en escena de nuevos factores, se ha hecho cada vez más evidente cómo la atracción de los triatominos hacia la luz que emiten los bombillos de los domicilios en horas de la escotofase aparece como un factor de riesgo que merece especial consideración (Pacheco-Tucuch *et al.* 2012). Estas señales lumínicas (y tal vez otras señales sensoriales artificiales) en sectores recientemente intervenidos por la acción antrópica, juegan un rol importante en la transmisión de la enfermedad de Chagas en zonas rurales (Vivas *et al.* 2021).

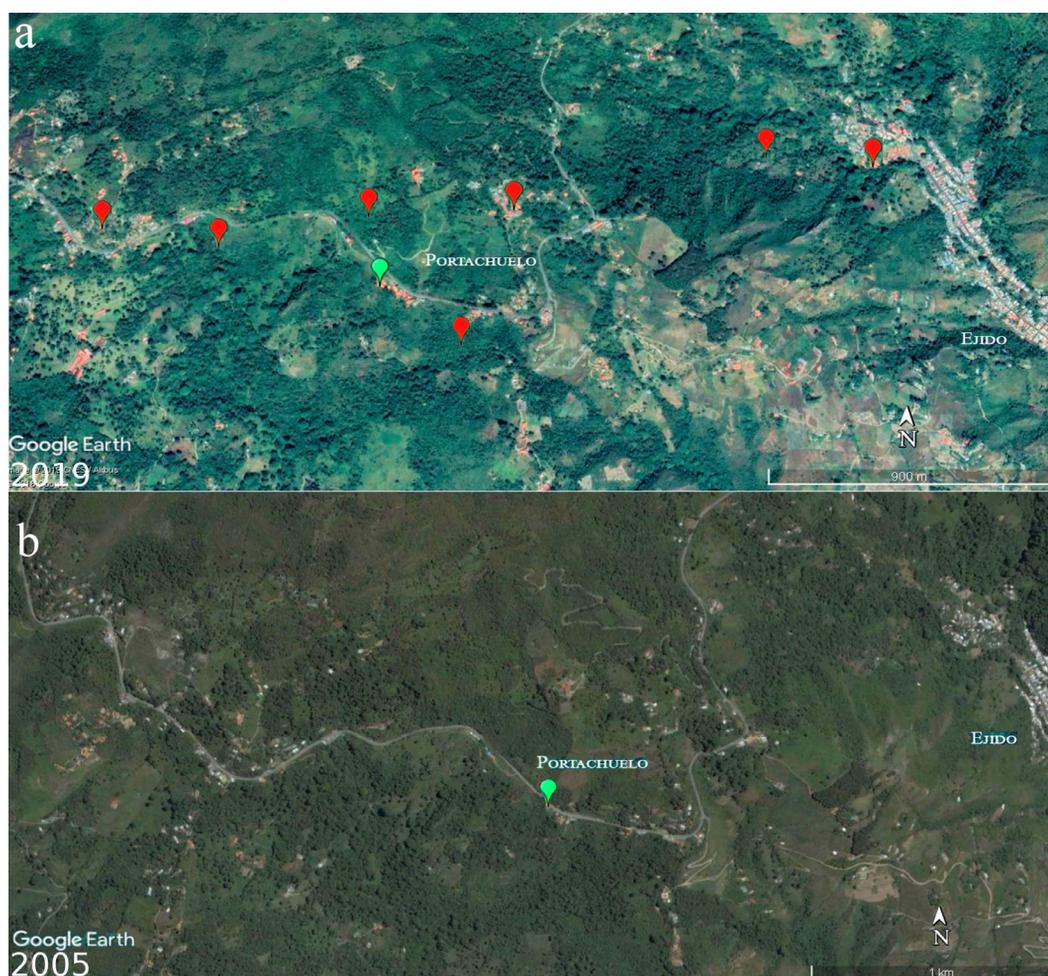


Figura 3. Vista satelital de El Portachuelo, Municipio Campo Elías, Mérida, Venezuela. Años 2019 (a) y 2005 (b). (a) En verde localidad donde se capturaron los ejemplares de *P. geniculatus*, en rojo las áreas de reciente urbanización y deforestación para el año 2019, en comparación con el año 2005 (b). / Satellite view of El Portachuelo, Campo Elías Municipality, Mérida, Venezuela. Years 2019 (a) and 2005 (b). (a) In green the locality where the *P. geniculatus* specimens were captured, in red the areas of recent urbanization and deforestation for the year 2019, compared to the year 2005 (b).

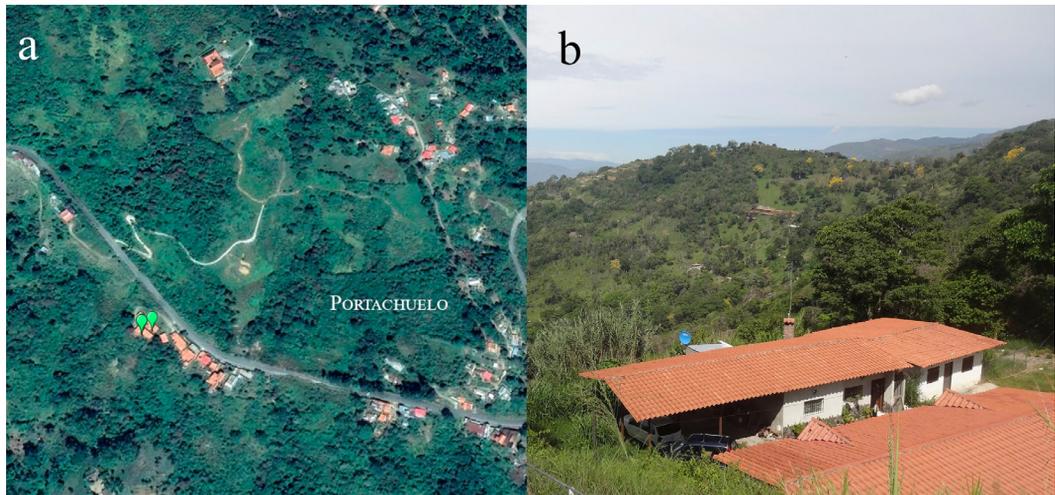


Figura 4. Vista satelital (a) y detalle del peri-domicilio de viviendas donde fueron capturados los triatomíneos (b). Las marcas verdes señalan los domicilios donde fueron capturados los ejemplares de *P. geniculatus*. / Satellite view (a) and detail of the peri-domicile of houses where the triatomines were captured (b). The green marks indicate the addresses where the *P. geniculatus* specimens were captured.

Recientemente se han reportado brotes de la enfermedad de Chagas en el estado Mérida vinculados a la visita de triatomíneos a las viviendas (Áñez *et al.* 2021), y no a su domiciliación como comúnmente se reportaba. Aparentemente, las visitas que llevan a cabo normalmente adultos (voladores) de ciertas especies de triatomíneos, incluyendo *P. geniculatus*, se está volviendo más frecuente y está adquiriendo mayor relevancia epidemiológica. Pero no siempre fue así; anteriormente la domiciliación era considerada un factor de riesgo privilegiado, mientras que las visitas eran consideradas fortuitas. Actualmente, de cara a la literatura más reciente, y de nuestras propias observaciones (datos no publicados), podemos decir que los triatomíneos están adquiriendo el hábito de visitar domicilios humanos atraídos por las luces (Pacheco-Tucuch *et al.* 2012; Vivas *et al.* 2021) y presionados por un desequilibrio ecológico; obviamente, esta no es una conclusión sino una hipótesis que se desprende acá para futuros trabajos.

Como lo han mencionado anteriormente Otálora-Luna *et al.* (2015, 2018) y Pérez-Sánchez *et al.* (2018), cabría cuestionar la noción de “invasor” que hace parte del paradigma epidemiológico actual. En este nuevo escenario ecológico estarían comprometidas otras fuentes de alimentación, incluyendo al ser humano, así como a la fauna asociada a él, tanto en el domicilio como en sus alrededores, donde los triatomíneos desplegarían un rol protagónico gracias a su versátil repertorio de comportamientos alimenticios innatos y aprendidos (Páez-Rondón *et al.* 2018; Otálora-Luna *et al.* 2021).

Esto impone la necesidad de abordar con un pensamiento sistémico (Petruzzo *et al.* 2006; Ochoa Arias y Petruzzo Páez 2006; Otálora-Luna *et al.* 2015) la emergencia de estos nuevos escenarios de riesgo de transmisión del *T. cruzi*. Avizorar la enfermedad de Chagas como un problema ecológico pasa por asumir nuestra corresponsabilidad en este asunto, y así llegar a la implementación de estrategias de control vectorial consecuentes con aquellas escenas de infestación que, como la descrita en El Portachuelo, son cada vez más frecuentes.

Agradecimientos

A Betty Hernández, Elizabeth Márquez y Ana Cáceres del Laboratorio de Enzimología de Parásitos de la Facultad de Ciencias (ULA, Mérida, Venezuela) por el apoyo en la

experticia para la identificación y análisis parasitológico. A Arantza Encinoza por la lectura y observaciones a la versión final de este manuscrito.

Literatura Citada

- Aguilar V., H.M., Abad-Franch, F., Racines V., J. y Paucar C., A. (1999)** Epidemiology of Chagas disease in Ecuador. A brief review. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 94: 387-393.
- Alarcón de Noya, B., Díaz-Bello, Z., Colmenares, C., Zavala-Jaspe, R., Mauriello, L., Díaz, P. y Noya-Alarcón, Ó. (2009)** Transmisión urbana de la enfermedad de Chagas en Caracas, Venezuela: aspectos epidemiológicos, clínicos y de laboratorio. *Revista Biomédica*, 20(3): 158-164. <https://doi.org/10.32776/revbiomed.v20i3.149>
- Aldana, E., Avendaño-Rangel, F., Lizano, E., Rodríguez-Bonfante, C. y Bonfante-Cabarcas, R. (2011a)** Morphological analysis of *Panstrongylus geniculatus* eggs (Heteroptera, Reduviidae, Triatominae) from a Chagas' endemic area in the center-west of Venezuela. *Acta Microscopica*, 20(2): 103-111.
- Aldana, E., Heredia-Coronado, E., Avendaño-Rangel, F., Lizano, E., Concepción, J.L., Bonfante-Cabarcas, R. y Pulido, M. (2011b)** Análisis morfométrico de *Panstrongylus geniculatus* de Caracas, Venezuela. *Biomédica*, 31(1): 103-111. <https://doi.org/10.7705/biomedica.v31i1.341>
- Áñez, N. (2020)** Chagas disease in Venezuela: from neglected to re-emerging infection. A critical review. *CientMed*, 2(1): 1-10. <https://doi.org/10.47449/CM.2020.1.1.1>
- Áñez, N., Carrasco, H., Parada, H., Crisante, G., Rojas, A., Gonzalez, N., Ramírez, J., Guevara, P., Rivero, C., Borges, R. y Scorza, J.V. (1999)** Acute Chagas' disease in western Venezuela: a clinical, seroparasitologic and epidemiologic study. *The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, 60(2): 215-22. <https://doi.org/10.4269/ajtmh.1999.60.215>
- Áñez, N., Crisante, G., Rojas, A., Díaz, N., Áñez-Rojas, N., Carrasco, H., Parada, H., Aguilera, M., Moreno, G., Galíndez-Girón, I., Sandoval, R., Sandoval, I., Vásquez, L., Nava-Rulo, O., Guerra, F., Uzcátegui, G., Yépez, J., Rodríguez, C. y Bonfante-Cabarcas, R. (2003)** La cara oculta de la enfermedad de Chagas de Venezuela. *Boletín de Malariología y Salud Ambiental*, 43(2): 45-57.
- Áñez, N., Saavedra, C., Crisante, G., Rojas, A. y Lizano, E. (2005)** Infección natural por *Trypanosoma cruzi* en *Panstrongylus geniculatus* (Latreille, 1811) de la región montana de Mérida, Venezuela. *Boletín de Malariología y Salud Ambiental*, 45(2): 139-141.
- Áñez, N., Crisante, G., Rojas, A. y Dávila, D. (2013)** Brote de enfermedad de Chagas agudo de posible transmisión oral en Mérida, Venezuela. *Boletín de Malariología y Salud Ambiental*, 53(1): 1-10.
- Áñez, N., Crisante, G., Rojas, A., Rojas, O. y Bastidas, J. (2016)** A new acute oral Chagas disease outbreak in Merida, Venezuela: a comprehensive study. *International Journal of Clinical Medicine Research*, 3(1): 29-37.
- Áñez, N., Crisante, G. y Rojas, A. (2021)** Chagas disease in Mérida state-Venezuela: presence of triatomine bug species and potential risk of *Trypanosoma cruzi* transmission without indoor colonization. *CientMed*, 2(18): 1-10.
- Cáceres, A.G., Troyes, L., Gonzáles-Pérez, A., Llontop, E., Bonilla, C., Murias, E., Heredia, N., Velásquez, C. y Yáñez, C. (2002)** Enfermedad de Chagas en la región nororiental del Perú. I. Triatominos (Hemiptera, Reduviidae) presentes en Cajamarca y Amazonas. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública*, 19(1): 17-23.
- Carcavallo, U., Curto de Casas, I., Sherlock, I., Galíndez, I., Jurberg, J., Galvão, C. y Noireau, F. (1999)** Geographical distribution and alti-latitudinal dispersion. *Atlas of Chagas disease vectors in the Americas*, 3(1): 747-792.

- Carrasco, H.J., Torrellas, A., García, C., Segovia, M. y Feliciangeli, D. (2005)** Risk of *Trypanosoma cruzi* I (Kinetoplastida: Trypanosomatidae) transmission by *Panstrongylus geniculatus* (Hemiptera: Reduviidae) in Caracas (metropolitan district) and neighboring states, Venezuela. *International Journal for Parasitology*, 35(13): 1379-1384. <https://doi.org/10.1016/j.ijpara.2005.05.003>
- Carrasco, H.J., Segovia, M., Londoño, J., Ortegoza, J., Rodríguez, M. y Martínez, C. (2014)** *Panstrongylus geniculatus* and four other species of triatomine bug involved in the *Trypanosoma cruzi* enzootic cycle: high risk factors for Chagas disease transmission in the Metropolitan District of Caracas, Venezuela. *Parasit Vectors*, 7(602): 1-5. <https://doi.org/10.1186/s13071-014-0602-7>
- Ceccarelli, S. y Rabinovich, E. (2015)** Global climate change effects on Venezuela's vulnerability to Chagas disease is linked to the geographic distribution of five triatomine species. *Journal of Medical Entomology*, 52(6): 1333-1343. <https://doi.org/10.1093/jme/tjv119>
- CDC [Centers for Disease Control and Prevention] (2021)** Epidemiology & Risk Factors. Consultado: 21 noviembre 2021. Disponible en: <https://www.cdc.gov/parasites/chagas/epi.html>
- Curto de Casas, I., Carcavallo, U., Galíndez-Girón, I., Jurberg, J. y Mena-Segura, A. (1996)** Geographical distribution and alti-latitudinal dispersion of species of *Panstrongylus* (Hemiptera, Reduviidae, Triatominae, Triatomini). *Entomología y Vectores*, 3(2): 43-58.
- Damborsky, M.P., Bar, M.E. y Oscherov, E.B. (2001)** Detección de triatominos (Hemiptera: Reduviidae) en ambientes domésticos y extradomésticos. Corrientes, Argentina. *Cadernos de Saúde Pública*, 17: 843-849.
- Depickère, S., Durán, P., López, R. y Chávez, T. (2011)** Presence of intradomicile colonies of the triatomine bug *Panstrongylus rufotuberculatus* in Muñecas, La Paz, Bolivia. *Acta Tropica*, 117(2): 97-100.
- Feliciangeli, D., Carrasco, H., Patterson, S., Suarez, B., Martinez, C. y Medina, M. (2004)** Mixed domestic infestation by *Rhodnius prolixus* Stål, 1859 and *Panstrongylus geniculatus* Latreille, 1811, vector incrimination, and seroprevalence for *Trypanosoma cruzi* among inhabitants in El Guamito, Lara State, Venezuela. *The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, 71(4): 501-505. <https://doi.org/10.4269/ajtmh.2004.71.501>
- Feliciangeli, D., Sánchez-Martín, M.J., Suárez, B., Marrero, R., Torrellas, A., Bravo, A., Medina, M., Martínez, C., Hernández, M., Duque, N., Toyo, J. y Rangel, R. (2007)** Risk factors for *Trypanosoma cruzi* human infection in Barinas State, Venezuela. *The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, 76(5): 915-921. <https://doi.org/10.4269/ajtmh.2007.76.915>
- Franco-Paredes, C., Villamil-Gómez, W.E., Schultz, J., Henao-Martínez, A.F., Parra-Henao, G., Rassi Jr, A., Rodríguez-Morales, A. y Suarez, J. (2020)** A deadly feast: Elucidating the burden of orally acquired acute Chagas disease in Latin America—Public health and travel medicine importance. *Travel Medicine and Infectious Disease*, 36: 101565. <https://doi.org/10.1016/j.tmaid.2020.101565>
- García, R., Hernández, E., Rodríguez-Bonfante, C., Jiménez, M., Bonfante-Cabarcas, R. y Áñez, N. (2001)** Primer consenso venezolano sobre la enfermedad de Chagas: conclusiones y recomendaciones. *Avances en Cardiología*, 21(1): 14-23.
- Lent, H. y Wygodzinsky, P. (1979)** Revision of the Triatominae (Hemiptera, Reduviidae), and their significance as vectors of Chagas' disease. *Bulletin of the American Museum of Natural History*, 163(3): 123-520.
- MSDS [Ministerio de Salud y Desarrollo Social] (2007)** Programa de control de la enfermedad de Chagas. Caracas: Ministerio de Salud y Desarrollo Social.
- Molinari, J., Aldana, E. y Nassar, J.M. (2007)** *Panstrongylus geniculatus* (Heteroptera: Reduviidae: Triatominae): natural infection with *Trypanosoma cruzi* under cavernicolous

- conditions in Paraguaná Península, Venezuela. *Journal of Cave and Karst Studies*, 69(2): 285-287.
- Moncayo, A. (2003)** Chagas disease: current epidemiological trends after the interruption of vectorial and transfusional transmission in the Southern Cone countries. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 98(5): 577-591. <http://dx.doi.org/10.1590/S0074-02762003000500001>
- Ochoa Arias, A. y Petrizzo Páez, M. (2006)** Cuidadanía y Desarrollo Endógeno. In: Ochoa Arias, A.E. (Ed). Aprendiendo entorno al Desarrollo Endógeno. Universidad de Los Andes, Centro de Investigaciones en Sistemología Interpretativa, FUNDACITE Mérida, Consejo de Desarrollo Científico, Humanístico y Tecnológico ULA. Mérida, Venezuela, pp. 53-74.
- Otálora-Luna, F., Aldana, E. y Viloría, Á. (2015)** Triatomines or humans: who are the invaders?. *Ludus Vitalis*, 23(43): 223-230.
- Otálora-Luna, F., Páez-Rondón, O., Inciarte, I. y Aldana, E. (2018)** Ammonia and colors as attractants to *Rhodnius prolixus* (Hemiptera: Reduviidae, Triatominae). *Saber*, 30: 253-264.
- Otálora-Luna, F., Páez-Rondón, O., Aldana, E. y Sandoval Ramírez, C. (2021)** Orientation of *Belminus* triatomines to cockroaches and cockroaches' fecal volatiles: an ethological approach. *Acta Ethologica*, 24: 53-66. <https://doi.org/10.1007/s10211-021-00361-2>
- Pacheco-Tucuch, F., Ramirez-Sierra, M., Gourbière, S. y Dumonteil, E. (2012)** Public street lights increase house infestation by the Chagas disease vector *Triatoma dimidiata*. *PLoS ONE*, 7(4): e36207.
- Páez-Rondón, O., Aldana, E., Dickens, J. y Otálora-Luna, F. (2018)** Ethological description of a fixed action pattern in a kissing bug (Triatominae): Vision, gustation, proboscis extension and drinking of water and guava. *Journal of Ethology*, 36(2): 107-116. <https://doi.org/10.1007/s10164-018-0547-y>
- Pérez-Sánchez, J., Mackay, P. y Otálora-Luna, F. (2018)** Historia natural de *Camponotus simillimus indianus* Forel, 1879 (Hymenoptera: Formicidae): una hormiga domiciliaria en los Andes venezolanos. *Saber*, 30: 539-556.
- Petrizzo, A., Aldana, E. y Ochoa Arias, A. (2006)** Pautas para comprender el Desarrollo Endógeno. En: Ochoa Arias, A. (Ed). Aprendiendo entorno al Desarrollo Endógeno. Universidad de Los Andes, Centro de Investigaciones en Sistemología Interpretativa, FUNDACITE Mérida, Consejo de Desarrollo Científico, Humanístico y Tecnológico ULA. Mérida, Venezuela, pp. 37-52.
- Pifano, F. (1973)** La epidemiología de la enfermedad de Chagas en Venezuela. *Archivo Venezolano de Medicina Tropical y Parasitología Médica*, 5: 171.
- Rabinovich, J.E., Kitron, U.D., Obed, Y., Yoshioka, M., Gottdenker, N. y Chaves, L.F. (2011)** Ecological patterns of blood-feeding by kissing-bugs (Hemiptera: Reduviidae: Triatominae). *Memorias Do Instituto Oswaldo Cruz*, 106: 479-494.
- Reyes-Lugo, M. y Rodríguez-Acosta, A. (2000)** Domiciliation of the sylvatic Chagas disease vector *Panstrongylus geniculatus* Latreille, 1811 (Triatominae: Reduviidae) in Venezuela. *The Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene*, 94(5): 508. [https://doi.org/10.1016/S0035-9203\(00\)90068-3](https://doi.org/10.1016/S0035-9203(00)90068-3)
- Rodríguez-Bonfante, C., Amaro, A., García, M., Mejía, L., Guillén, P., García, R., Álvarez, N., Díaz, M., Cárdenas, E., Castillo, S., Bonfante-Garrido, R. y Bonfante-Cabarcas, R. (2007)** Epidemiología de la enfermedad de Chagas en el municipio Andrés Bello Blanco, Lara, Venezuela: infestación triatomínica y seroprevalencia en humanos. *Cadernos de Saúde Pública*, 23(5): 1133-1140. <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-311X2007000500015>
- Rojas, M., Várquez, P., Villarreal, M., Velandia, C., Vergara, L., Morán-Borges, Y., Ontiveros, J., Calderón, M., Chiurillo-Siervo, M., Rodríguez-Bonfante, C., Aldana, E., Concepción, J. y Bonfante-Cabarcas, R. (2008)** Estudio seroepidemiológico y

- entomológico sobre la enfermedad de Chagas en un área infestada por *Triatoma maculata* (Erichson, 1848) en el centro-occidente de Venezuela. *Cadernos de Saúde Pública*, 24(10): 2323-2333. <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-311X2008001000013>
- Tidman, R., Abela-Ridder, B. y de Castañeda, R.R. (2021)** The impact of climate change on neglected tropical diseases: a systematic review. *Transactions of The Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene*, 115(2): 147-168. <https://doi.org/10.1093/trstmh/traa192>
- Valente, V.D.C. (1999)** Potential for domestication of *Panstrongylus geniculatus* (Latreille, 1811) (Hemiptera, Reduviidae, Triatominae) in the municipality of Muaná, Marajó Island, State of Pará, Brazil. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 94: 399-400.
- Vivas, R.J., García, J.E., Guhl, F., Hernández, C., Velásquez, N., Ramírez, J.D., Carranza, J.C. y Vallejo, G.A. (2021)** Systematic review on the biology, ecology, genetic diversity and parasite transmission potential of *Panstrongylus geniculatus* (Latreille 1811) in Latin America. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 116: e200528. <https://doi.org/10.1590/0074-02760200528>
- Wolff, M. y Castillo, D. (2000)** Evidences of domiciliation and biological aspects of *Panstrongylus geniculatus* (Latreille, 1811) (Hemiptera: Reduviidae). *Acta Entomológica Chilena*, 24: 77-83.