

Pilot Program for the Passive Surveillance of Triatomines¹ and Increasing the Awareness of Chagas Disease in Mexico

Authors: Fimbres-Macias, Juan P., Oliveira, Jader de, Corona-Barrera, Enrique, Carrera-Treviño, Rogelio, Hamer, Gabriel L., et al.

Source: Southwestern Entomologist, 49(3) : 1-12

Published By: Society of Southwestern Entomologists

URL: <https://doi.org/10.3958/059.049.0325>

BioOne Complete (complete.BioOne.org) is a full-text database of 200 subscribed and open-access titles in the biological, ecological, and environmental sciences published by nonprofit societies, associations, museums, institutions, and presses.

Your use of this PDF, the BioOne Complete website, and all posted and associated content indicates your acceptance of BioOne's Terms of Use, available at www.bioone.org/terms-of-use.

Usage of BioOne Complete content is strictly limited to personal, educational, and non - commercial use. Commercial inquiries or rights and permissions requests should be directed to the individual publisher as copyright holder.

BioOne sees sustainable scholarly publishing as an inherently collaborative enterprise connecting authors, nonprofit publishers, academic institutions, research libraries, and research funders in the common goal of maximizing access to critical research.

Pilot Program for the Passive Surveillance of Triatomines¹ and Increasing the Awareness of Chagas Disease in Mexico

Programa Piloto para Vigilancia Pasiva de Triatomínicos¹ y Concientización sobre la Enfermedad de Chagas en México

Juan P. Fimbres-Macias^{2*}, Jader de Oliveira³, Enrique Corona-Barrera⁴, Rogelio Carrera-Treviño⁵, Gabriel L. Hamer⁶, Sarah A. Hamer²

Abstract. Chagas disease (CD) is a zoonotic disease caused by the protozoan parasite *Trypanosoma cruzi* (Chagas), which is transmitted by triatomine insects. Our objective was to generate data about the vectors of CD through passive surveillance and inform the public using social media and community science. We received pictures and specimens to be tested for *T. cruzi* and identified recent sources of bloodmeal using PCR. Citizen scientists reported 44 triatomines from 15 states in Mexico and one from Nicaragua, including 9 species. *Triatoma dimidiata* sensu lato and *Triatoma gerstaeckeri* were the most common. We received 12 specimens, and *T. cruzi* was detected in eight (67%) of the discrete typing unit TcI. We identified bloodmeal sources in six triatomines, including humans and dogs. We generated data that matches previous findings and new information for northeastern Mexico. Thus, we conclude that citizen science can complement the study of CD.

Keywords: citizen science, kissing bug, Facebook, *Trypanosoma cruzi*

¹ Triatominae: Reduviidae

² Department of Veterinary Integrative Biosciences, Texas A&M University, College Station, TX 77843, USA.

³ Entomology Laboratory in Public Health, School of Public Health, University of São Paulo, São Paulo, SP, Brazil.

⁴ Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Autónoma de Tamaulipas, Ciudad Victoria, Tamaulipas, México.

⁵ Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Autónoma de Nuevo León, General Escobedo, NL, México.

⁶ Department of Entomology, Texas A&M University, College Station, TX 77843, USA.

* Autor por correspondencia, e-mail: jpfimbre91@gmail.com ORCID: 0000-0003-0235-4841

Resumen. La enfermedad de Chagas (EC) es una enfermedad zoonótica causada por *Trypanosoma cruzi* (Chagas), un parásito protozoario que es transmitido por insectos triatomíneos. Nuestro objetivo fue generar datos sobre vectores de la EC mediante vigilancia pasiva e informar a la población utilizando redes sociales y ciencia ciudadana. Recibimos fotografías y especímenes que analizamos para detectar *T. cruzi* e identificar la fuente reciente de alimentación mediante PCR. Nos reportaron 44 triatomíneos de 15 estados en México y uno de Nicaragua; incluyendo nueve especies, siendo *T. dimidiata* sensu lato y *Triatoma gerstaeckeri* las más comunes. Recibimos 12 especímenes y encontramos *T. cruzi* en ocho (67%) de la unidad taxonómica discreta TcI. Identificamos la fuente de alimentación en seis triatomíneos incluyendo humano y perro. Generamos datos que coinciden con reportes previos e información nueva para el noreste de México, por lo que concluimos que la ciencia ciudadana puede ser un complemento para estudiar la EC.

Palabras Clave: ciencia ciudadana, chinche besucona, Facebook, *Trypanosoma cruzi*

Introducción

La enfermedad de Chagas (EC) es una zoonosis causada por el parásito protozoario *Trypanosoma cruzi* (Chagas) que puede infectar a más de 180 especies de mamíferos, incluyendo al humano (Herrera 2010). Fue diagnosticada por primera vez en Brasil en 1909 por el médico e investigador Carlos Chagas (WHO 2024). Se estima que hay entre seis y siete millones de personas infectadas en el mundo, y la mayoría se encuentra en América Latina donde la EC ocurre de manera natural y representa un serio problema de salud pública al que también se le conoce como tripanosomiasis americana (WHO 2024). En humanos y perros la EC se suele presentar con padecimientos cardíacos y/o del tracto digestivo, y es potencialmente mortal (Kjos et al. 2008). La principal forma de transmisión de *T. cruzi* es a través de heces de triatomíneos infectados (Triatominae: Hemiptera: Reduviidae). Sin embargo, también ocurre de manera congénita, por transfusión sanguínea, trasplante de órganos y vía oral (WHO 2024). El genoma de *T. cruzi* es muy diverso y se han clasificado 7 unidades discretas de tipificación (DTU, por sus siglas en inglés), TcI-TcVI y TcBat. Algunas DTUs están asociadas con reservorios silvestres, vectores y distribución geográfica (Brenière et al. 2016).

México ha tenido un incremento en el número de nuevos casos de la EC en las pasadas dos décadas, pasando de 100 en 2000 a 868 en 2022 (Secretaría de Salud 2023). Se estima que más del 88% de la población mexicana está en riesgo al estar expuesta al menos a una especie de triatomino (también llamada chinche besucona, chinche picuda o “pic”) (Ramsey et al. 2015). Las publicaciones científicas sobre *T. cruzi* en México tuvieron un incremento exponencial entre 1995 y 2020, pero es necesario realizar más investigaciones para generar datos que ayuden en las políticas de salud pública en México (Bravo-Ramírez et al. 2023). Además, la región noreste de México ha sido poco estudiada a pesar de que se cuenta con registros esporádicos de triatomíneos desde los 1940’s (Martínez-Tovar et al. 2013) y recientemente se reportó un nuevo

registro de dos especies en el municipio General Zuazua, Nuevo León (Martínez-Pérez et al. 2023).

No existe vacuna contra la enfermedad a pesar de múltiples esfuerzos a lo largo de más de 100 años, debido a una variedad de razones que incluyen la biología del parásito, cuestiones éticas y económicas (Camargo et al. 2022). Los tratamientos disponibles para *T. cruzi* no son ideales ya que solo son efectivos cuando se administran durante la fase aguda de la enfermedad y suelen presentar efectos adversos (de Oliveira et al. 2021). Por esto, la protección de la salud pública y animal se basa en minimizar el riesgo de exposición a triatomíneos (WHO 2024). Medios para minimizar dicha exposición incluyen controlar poblaciones de triatomíneos utilizando insecticidas de acción residual (Secretaría de Salud 2022). Sin embargo, la reinfestación de sitios tratados es común, además que se han detectado triatomíneos resistentes a insecticidas residuales (Calderón et al. 2020). Otro medio es a través de vigilancia para conocer la biología de los triatomíneos y detectar infestación dentro de las casas de manera oportuna. La vigilancia puede ser activa, cuando se dirigen esfuerzos de muestreo para coleccionar triatomíneos (Sánchez-García et al. 2023), o pasiva mediante ciencia ciudadana, cuando el público trabaja en combinación con profesionales para generar conocimiento científico e informar (Kobori et al. 2016, Luna y Boll 2023). Un público informado sobre la EC y sus vectores puede reducir el riesgo de infección. La red social Facebook ha sido utilizada para generar datos casi en tiempo real sobre presencia y distribución de algunas especies (Chowdhury et al. 2024, Marcenò et al. 2021). Nuestro objetivo fue generar datos sobre los vectores de la EC mediante vigilancia pasiva e informar a la población usando redes sociales y ciencia ciudadana.

Material y Métodos

En octubre de 2019 creamos la página de Facebook "[Chinche besucona – de Chagas](#)" en la cual publicamos información científica de manera entendible para el público general. Además, alentamos a los ciudadanos a que nos enviaran fotos de insectos que encontraran oportunamente para identificarlos con las claves de Paiva et al. (2021) y Lent y Wygodzinsky (1979). Cuando no fue posible identificar a nivel especie se listaron como *Triatoma* spp. Los reportes recibidos de *Triatoma dimidiata* (Latreille) con patrón maculipennis fueron agrupados como *T. dimidiata* sensu lato (Rodríguez et al. 2020).

Durante el 2023 le pedimos a las personas que reportaron triatomíneos de Coahuila, Nuevo León, y Tamaulipas (noreste de México) que los conservaran en congelación en doble bolsa de plástico, o bolsa y contenedor sólido y eventualmente miembros de nuestro equipo recogieron los especímenes. En el laboratorio los triatomíneos fueron identificados (de Paiva et al. 2021, Lent y Wygodzinsky 1979) y diseccionados siguiendo metodología reportada (Curtis-Robles et al. 2018). Después, extrajimos el ADN del contenido abdominal utilizando el kit MagMax-96 DNA Multi-sample Extraction Kit (Thermo Fisher Scientific, Waltham, MA). Para detectar ADN de *T. cruzi* amplificamos mediante qPCR una región de ADN de 166-pb (Duffy et al. 2013) usando un termociclador Bio-Rad CFX96 y protocolos descritos (Curtis-Robles et al. 2018). Las muestras positivas a *T. cruzi*, fueron sometidas a PCR múltiple para determinar la unidad discreta de tipificación (DTU) (Cura et al. 2015). Para identificar

fuentes recientes de alimentación de los triatominos el ADN fue sujeto a PCR en dos ocasiones separadas con cebadores diferentes, dándonos mayor posibilidad de asignar exitosamente un huésped como fuente de la sangre y potencialmente identificar más de una especie huésped. Primero, amplificamos una región de ADN mitocondrial 12S mediante PCR (Humair et al. 2007). Después, amplificamos una secuencia de citocromo b mediante PCR usando condiciones previamente descritas (Cupp et al. 2004). El producto fue observado en gel de agarosa al 1.5% y las muestras con banda observable fueron secuenciadas mediante secuenciación de Sanger (Eton Bioscience Inc. San Diego, CA). Las secuencias fueron comparadas en GenBank de National Center for Biotechnology Information [NCBI] usando la herramienta Basic Local Alignment Search Tool [BLAST] (Clark et al. 2016). Usamos como punto de corte >98% de identidad y corroboramos viabilidad biológica con bases de datos (GBIF 2023). Cuando más de una especie coincidió con nuestra búsqueda, reportamos un taxón superior (nivel de familia o género).

Resultados

Nos contactaron en 180 ocasiones, de las cuales 175 fueron a través de la plataforma Facebook. El motivo más común de los contactos fue para identificar insectos con 139 ocasiones. La mayoría de los contactos fueron de México (N= 157), Nicaragua (N=2) y un contacto de los siguientes países: Colombia, Estados Unidos de América, Perú, Salvador, y Venezuela, mientras que 16 no especificaron. Fuimos contactados al menos una vez de casi todos los estados de México, excepto de Baja California Sur, Durango y Tlaxcala. Los estados con mayor número de reportes para identificación de insectos fueron Nuevo León (N=35), Veracruz (N=21), y Morelos (N=9). El reporte más común fue de otros hemípteros (N=87) incluyendo una chinche de cama (*Cimex lectularius*) de Venezuela, además de nueve coleópteros. Nos reportaron 44 triatominos de 15 estados de México y uno de Nicaragua. Los estados con mayor número de triatominos reportados fueron Nuevo León (N=10), Coahuila (N=6), Michoacán, Morelos, y Veracruz (N=4). De los triatominos reportados, 43 fueron adultos y 2 ninfas, la proporción hembra: macho, fue 17:10, mientras que en 16 no se pudo determinar el sexo. Las especies reportadas fueron nueve, incluyendo: *Triatoma dimidiata* s.l. (N=13) (incluido el reporte de Nicaragua); *Triatoma gerstaeckeri* (Stål) (N=10); *Triatoma rubida* (Uhler) (N=5); *Triatoma pallidipennis* (Stål) (N=4); *Paratriatoma lecticularia* (Neiva) (N=2); *Triatoma barberi* (Usinger), *Triatoma longipennis* (Usinger), *Triatoma protracta* (Uhler), y *Triatoma neotomae* (Neiva) (N=1); mientras que siete no pudieron ser identificadas (incluyendo las dos ninfas) (Fig. 1. A, B). De los 45 triatominos reportados: 38% (n=17) se encontraron en el interior del domicilio, 33% (n=15) en el exterior, mientras que en 29% (n=13) no reportaron.

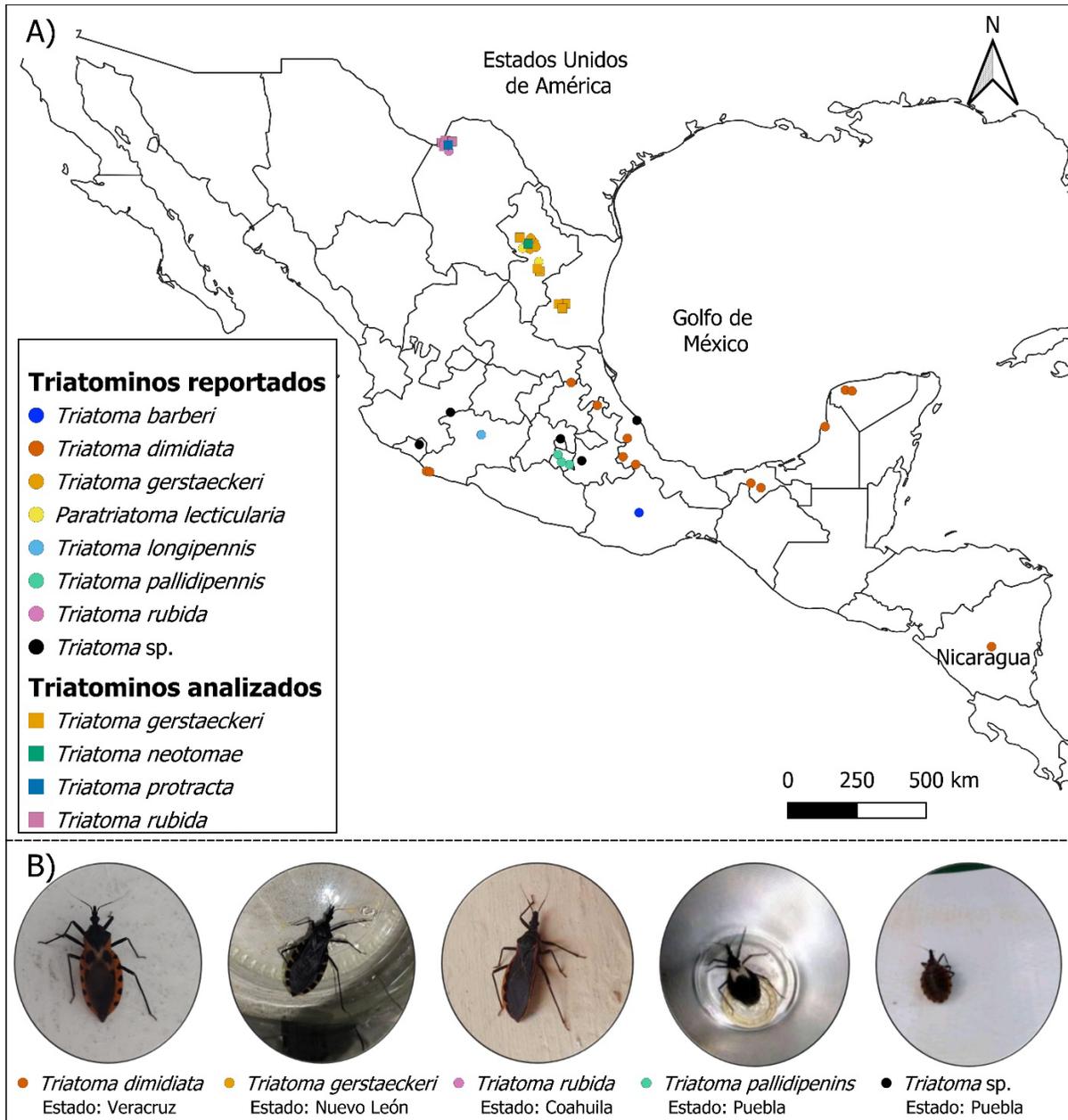


Fig. 1. Especies de triatominos reportados a la página de Facebook “Chinche besucona – de Chagas” entre 2020 y 2023. A). Ubicación geográfica de las especies reportadas mediante fotografía y de especímenes colectados por los ciudadanos, y analizados en nuestro laboratorio. Algunas coordenadas fueron modificadas para evitar superposición de los puntos y discreción de quienes reportaron. B). Ejemplos de las fotografías enviadas por ciudadanos de las especies mayormente reportadas.

Fig. 1. Species of triatomines reported to the Facebook page “Chinche besucona – de Chagas” between 2020 and 2023. A) Geographic location of the species reported by pictures and specimens collected by citizens and analyzed in our laboratory. Some coordinates were modified to avoid overlapping of the points and discretion of the submitters. B) Examples of pictures of the primary species that were reported by citizens.

Cuadro 1. Triatominos colectados y sometidos por ciudadanos durante el 2023, estatus de infección a *Trypanosoma cruzi* (mediante qPCR), fuente de alimentación identificada y porcentaje de identidad con la búsqueda en GenBank.

Table 1. Triatomines collected and submitted by citizens during 2023, *Trypanosoma cruzi* infection status (determined using qPCR), bloodmeal source and percentage of identity found in GenBank.

Especie	Municipio	Sexo	Fecha captura	<i>T. cruzi</i> (qPCR)	Fuente de alimentación	Porcentaje de identidad de la fuente
<u>Coahuila</u>						
<i>T. rubida</i>	Ocampo	h	19-jun	(+)	-	NA
<i>T. rubida</i>	Ocampo	m	20-jun	(+)	Columbidae*	100%
<i>T. rubida</i>	Ocampo	h	21-jun	(-)	-	NA
<i>T. rubida</i>	Ocampo	h	22-jun	(+)	-	NA
<i>T. protracta</i>	Ocampo	m	22-jun	(+)	<i>Neotoma</i> sp.*	100%
<u>Nuevo León</u>						
<i>T. neotomae</i>	Apodaca	m	14-may	(+)	-	NA
<i>T. gerstaeckeri</i>	Montemorelos	h	may/jun*	(-)	-	NA
<i>T. gerstaeckeri</i>	Montemorelos	h	may/jun*	(-)	Bufonidae*	100%
<i>T. gerstaeckeri</i>	Hidalgo	m	4-jun	(-)	<i>Homo sapiens</i>	100%
<u>Tamaulipas</u>						
<i>T. gerstaeckeri</i>	Victoria	m	abr/jun*	(+)	-	NA
<i>T. gerstaeckeri</i>	Victoria	h	abr/jun*	(+)	<i>Canis lupus familiaris</i>	98%
<i>T. gerstaeckeri</i>	Victoria	m	abr/jun*	(+)	<i>Canis lupus familiaris</i> + <i>Homo sapiens</i>	100%

*Más de una especie coincidió con nuestra búsqueda en GenBank, por lo que usamos un taxón superior.

*La fecha exacta se desconoce.

-No se identificó la especie a partir de la metodología utilizada.

Analizamos 12 triatominos que fueron colectados en el noreste de México durante 2023 (Fig. 1, Cuadro 1); la prevalencia de infección con *T. cruzi* fue 67% e identificamos el DTU TcI en 8 especímenes. Obtuvimos ocho secuencias de los productos amplificados mediante PCR, a partir de ellas identificamos fuente de alimentación en seis de los especímenes incluyendo: humano (*Homo sapiens*); perro (*Canis lupus familiaris*); roedor (*Neotoma* sp.); paloma (Columbidae), y sapo (Bufonidae) (Cuadro 1). En un triatolino identificamos dos fuentes de alimentación (Cuadro 1). De los triatominos analizados en

el laboratorio, únicamente el de Apodaca, Nuevo León fue encontrado al interior de un domicilio (Cuadro 1).

De los 12 triatominos que analizamos en el laboratorio: dos corresponden al municipio de Montemorelos y uno a Hidalgo, Nuevo León, donde no existían registros previos. Los nuevos registros son los siguientes:

Localidad: Ejido Las Caleras (coordenadas 24°56'19.99"N, 99°52'2.47"O y a 370 metros sobre nivel del mar), Montemorelos, Nuevo León. Material examinado: 2 hembras *Triatoma gerstaeckeri*, entre los meses de mayo y junio de 2023, encontrados en zona peridomiciliar. Colector: David Rangel Álvarez (Fig. 2. A, B, C).

Localidad: El Nacimiento Potrero Chico (coordenadas 25°55'25.1"N, 100°28'13.2"O y a 548 msnm), Hidalgo, Nuevo León. Material examinado: 1 macho *Triatoma gerstaeckeri*, 4 de junio de 2023, encontrado al interior de una tienda de campaña al amanecer. Colector: David Salomón Carrera Torres (Fig. 2. D, E).

Discusión

En este estudio generamos datos sobre la presencia y distribución de triatominos casi en tiempo real y principalmente de ejemplares que se encuentran cerca de asentamientos humanos. Este subconjunto es de alta importancia epidemiológica ya que representa a los vectores más probables a transmitir la EC.

Al ser este un programa piloto la información generada no representa la situación actual de la distribución y abundancia de triatominos en México. Sin embargo, nuestros registros coinciden con reportes previos, así como con modelos de distribución (Ramsey et al. 2015). Por ejemplo, *T. dimidiata* fue mayormente reportada en el Sureste de México; *T. gerstaeckeri* fue reportada en Nuevo León y Tamaulipas (Martínez-Perez et al. 2023), mientras que para Coahuila se reportó principalmente *T. rubida* (Martínez-Tovar et al. 2013). Además de corroborar la presencia de estas especies en el noreste de México, este estudio generó nuevos registros de triatominos para dos municipios de Nuevo León (Montemorelos e Hidalgo), ampliando a 26 el número de municipios con registro de al menos una especie de triatomo. Para lista detallada de los municipios véase Martínez-Perez et al. (2023).

Diversos DTUs se han reportado en triatominos infectados por *T. cruzi* en México (incluyendo TcI-TcVI), principalmente para *T. dimidiata* y *T. pallidipennis* (Brenière et al. 2016). Sin embargo, en las infecciones de humanos TcI es el más frecuentemente reportado (Becker et al. 2023). El DTU TcI fue el único detectado en el presente estudio, coincidiendo con lo reportado en la frontera entre Coahuila y Texas, pero contrasta con otros estudios en Texas donde además reportaron el DTU TcIV (Curtis-Robles et al. 2018). Este es el primer reporte de triatominos infectados con el DTU TcI en Coahuila, Nuevo León y Tamaulipas.

Las fuentes de alimentación encontradas en el presente estudio coincidieron con la distribución geográfica y especies previamente reportadas. Por ejemplo, en la frontera entre Coahuila y Texas se reportó que *T. rubida* se alimentó de varias fuentes incluyendo aves y que *T. protracta* se alimentó de roedores (Curtis-Robles et al. 2018). El triatomo de Hidalgo, Nuevo León encontrado al interior de una tienda de campaña se alimentó de humano y los triatominos de Victoria, Tamaulipas procedieron de una vivienda en una zona con alta densidad de perros (observación directa del autor ECB).

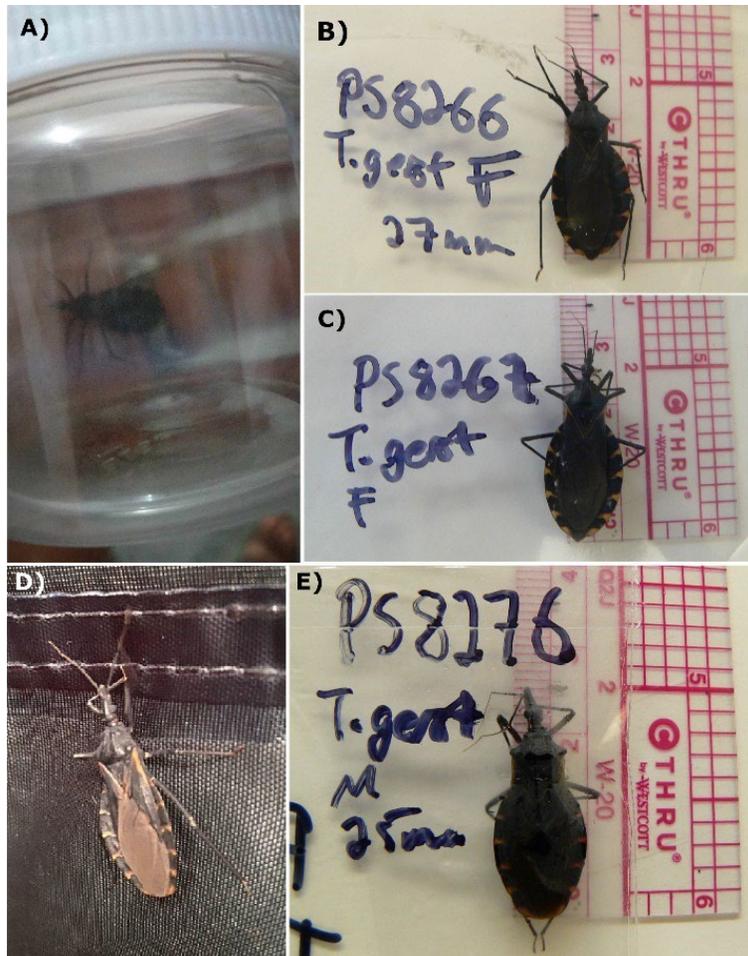


Fig 2. Nuevos registros de triatomines para los municipios de Montemorelos e Hidalgo, Nuevo León. A). Fotografía enviada por ciudadano en Montemorelos. B); C). Fotografías en laboratorio de los ejemplares hembra *Triatoma gerstaeckeri* colectados en Montemorelos. D). Fotografía enviada por ciudadano colector en Hidalgo, el insecto se encontró al interior de una tienda de campaña. E) Fotografía en laboratorio del ejemplar macho colectado en Hidalgo.

Fig 2. New records of triatomines for the municipalities Montemorelos and Hidalgo, Nuevo Leon. A) Picture submitted by a citizen in Montemorelos. B); C) Pictures of the *Triatoma gerstaeckeri* collected in Montemorelos that were taken in the laboratory. D). Picture sent by the citizen who collected the triatomine in Hidalgo; the insect was found inside a camping tent. E). Picture of the specimen collected in Hidalgo that was taken in the laboratory.

El uso de ciencia ciudadana presenta retos y limitantes, como el requerir un manejo adecuado de la información y fotografías de suficiente calidad para producir datos confiables (Chowdhury et al. 2024). En ocasiones no es posible determinar la especie a partir de fotografías, sin embargo, el identificar que se trata de un triatomino ya es un dato útil para dirigir futuros esfuerzos de muestreo y control. Además, la respuesta que nuestro equipo puede proveer alerta a los ciudadanos quienes pueden

tomar medidas para minimizar riesgos de infección y buscar atención médica. Algunos esfuerzos por generar información de la EC mediante el uso de tecnología y ciencia ciudadana (Marti et al. 2023) han resultado en recursos educativos como el [catálogo de triatominos argentinos](#) (CeNDIE - CEPAVE 2023). A largo plazo, la ciencia ciudadana puede generar datos sobre la ecología y epidemiología de *T. cruzi*, como nuestro programa de ciencia ciudadana en la Universidad de Texas A&M (Curtis-Robles et al. 2015) que ha recibido más de 8,000 reportes de triatominos en 28 estados de Estados Unidos de América en 10 años. La ciencia ciudadana puede ser un método complementario para investigadores y autoridades en el estudio, manejo y prevención de la EC en México, sumándose a los esfuerzos del enfoque 'Una Salud'. Este enfoque reconoce el complejo problema que representa la EC y propone un cambio de las intervenciones específicas a intervenciones holísticas coordinadas con otras disciplinas (Velázquez-Ramírez et al. 2022). Lo anterior es ejemplificado mediante este programa piloto que informó de manera inmediata a personas de estados históricamente reconocidos por presencia de triatominos y alta prevalencia e incidencia de la EC como Morelos y Veracruz. Y a la vez se generó información del noreste de México, donde la EC se ha estudiado poco.

Agradecimiento

College of Veterinary Medicine and Biomedical Sciences, Texas A&M University contribuyó con beca de posgrado para JPFM. Texas AgriLife Research proporcionó fondos para la investigación. El autor JO agradece a FAPESP por el invaluable apoyo financiero proporcionado durante la investigación posdoctoral. Este apoyo es evidente a través de los números de beca 19/02145-2 y 22/01894-4.

Agradecemos a todos los ciudadanos que nos contactaron y sometieron fotografías o especímenes. Gracias al personal de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas del Área de Protección de Flora y Fauna Maderas del Carmen, y Ocampo por apoyarnos. A los voluntarios y personal del Laboratorio de Fauna Silvestre de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Autónoma de Nuevo León. Así como a Sujata Balasubramanian, Keswick Killeets, y Lisa D. Auckland de Texas A&M University por su apoyo en el trabajo de laboratorio.

Referencias Citadas

- Becker, I., H. Miranda-Ortiz, E. A. Fernández-Figueroa, S. Sánchez-Montes, P. Colunga-Salas, E. Grostieta, J. Juárez-Gabriel, Y. N. Lozano-Sardaneta, M. Arce-Fonseca, O. Rodríguez-Morales, G. Meneses-Ruíz, S. Pastén-Sánchez, I. López Martínez, S. González-Guzmán, V. Paredes-Cervantes, O. C. Moreira, P. Finamore-Araujo, J. C. Canseco-Méndez, U. Coquis-Navarrete, ... C. R. Stephens. 2023. The low variability of Tc24 in *Trypanosoma cruzi* Tc1 as an advantage for Chagas disease prophylaxis and diagnosis in Mexico. *Pathogens* 12: 368. <https://doi.org/10.3390/pathogens12030368>
- Bravo-Ramírez, I. E., A. Pech-May, I. J. May-Concha, y J. M. Ramsey. 2023. Conocimientos actuales sobre *Trypanosoma cruzi* y la enfermedad de Chagas

- en México: Una revisión sistemática. *Salud Pública de México* 65: 175–180.
<https://doi.org/10.21149/14020>
- Brenière, S. F., E. Waleckx, and C. Barnabé. 2016. Over six thousand *Trypanosoma cruzi* strains classified into discrete typing units (DTUs): Attempt at an inventory. *PLOS Neg. Trop. Dis.* 10: e0004792.
- Calderón, J. M., P. Fuya, L. Santacoloma, and C. González. 2020. Deltamethrin resistance in Chagas disease vectors colonizing oil palm plantations: Implications for vector control strategies in a public health-agriculture interface. *Parasites and Vectors* 13: 163. <https://doi.org/10.1186/s13071-020-04048-8>
- Camargo, E. P., R. T. Gazzinelli, C. M. Morel, and A. R. Precioso. 2022. Why do we still have not a vaccine against Chagas disease? *Memórias Do Instituto Oswaldo Cruz.* 117, e200314. <https://doi.org/10.1590/0074-02760200314>
- CeNDIE - CEPAVE. 2023. Catálogo de triatomíneos argentinos. 1a ed. Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Administración Nacional de Laboratorios e Institutos de Salud (ANLIS) Dr. C. Malbrán. CeNDIE- Centro Nacional de Diagnóstico e Investigación en Endemo-epidemias. <https://geovin.com.ar/wp-content/uploads/2023/09/CATALOGO-DE-TRIATOMINOS-ARGENTINOS-2023.pdf>
- Chowdhury, S., S. Ahmed, S. Alam, C. T. Callaghan, P. Das, M. D. Marco, E. D. Minin, I. Jarić, M. M. Labi, M. Rokonuzzaman, U. Roll, V. Sbragaglia, A. Siddika, and A. Bonn. 2024. A protocol for harvesting biodiversity data from Facebook. <https://doi.org/10.1111/cobi.14257>
- Clark, K., I. Karsch-Mizrachi, D. J. Lipman, J. Ostell, and E. W. Sayers. 2016. GenBank. *Nucleic Acids Res.* 44: D67–D72. <https://doi.org/10.1093/nar/gkv1276>
- Cupp, E. W., D. Zhang, X. Yue, M. S. Cupp, C. Guyer, T. R. Sprenger, and T. R. Unnasch. 2004. Identification of reptilian and amphibian blood meals from mosquitoes in an Eastern Equine Encephalomyelitis virus focus in central Alabama. *Am. J. Trop. Med. Hyg.* 71: 272–276.
- Cura, C. I., T. Duffy, R. H. Lucero, M. Bisio, J. Péneau, M. Jimenez-Coello, E. Calabuig, M. J. Gimenez, E. V. Ayala, S. A. Kjos, J. Santalla, S. M. Mahaney, N. M. Cayo, C. Nagel, L. Barcán, E. S. M. Machaca, K. Y. A. Viana, L. Brutus, S. B. Ocampo, ... A. G. Schijman. 2015. Multiplex Real-Time PCR assay using TaqMan probes for the Identification of *Trypanosoma cruzi* DTUs in biological and clinical samples. *PLOS Neg. Trop. Dis.* 9: e0003765.
- Curtis-Robles, R., A. C. Meyers, L. D. Auckland, I. B. Zecca, R. Skiles, and S. A. Hamer. 2018. Parasitic interactions among *Trypanosoma cruzi*, triatomine vectors, domestic animals, and wildlife in Big Bend National Park along the Texas-Mexico border. *Acta Trop.* 188: 225–233.
<https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2018.09.002>
- Curtis-Robles, R., E. J. Wozniak, L. D. Auckland, G. L. Hamer, and S. A. Hamer. 2015. Combining public health education and disease ecology research: Using citizen science to assess Chagas disease entomological risk in Texas. *PLOS Neg. Trop. Dis.* 9: e0004235.
- de Oliveira, R. G., L. R. Cruz, M. C. Mollo, L. C. Dias, and J. M. Kratz. 2021. Chagas disease drug discovery in Latin America—A mini review of antiparasitic agents explored between 2010 and 2021. *Frontiers Chem.* 9: 771143.

- de Paiva, V. F., J. de Oliveira, C. Galvão, S. A. Justi, J. M. A. Landa, and J. A. da Rosa. 2021. Formal assignation of the kissing bug *Triatoma lecticularia* (Hemiptera: Reduviidae: Triatominae) to the genus Paratriatoma. *Insects* 12: 538.
- Duffy, T., C. I. Cura, J. C. Ramirez, T. Abate, N. M. Cayo, R. Parrado, Z. D. Bello, E. Velazquez, A. Muñoz-Calderon, N. A. Juiz, J. Basile, L. Garcia, A. Riarte, J. R. Nasser, S. B. Ocampo, Z. E. Yadon, F. Torrico, B. A. de Noya, I. Ribeiro, and A. G. Schijman. 2013. Analytical performance of a multiplex Real-Time PCR assay using TaqMan probes for quantification of *Trypanosoma cruzi* satellite DNA in blood samples. *PLOS Neg. Trop. Dis.* 7: e2000.
- GBIF. 2023. GBIF Home Page. <https://www.gbif.org/> Accesado: 15/Dic/23
- Gonçalves, R., R. A. E. Logan, H. M. Ismail, M. J. I. Paine, C. Bern, and O. Courtenay. 2021. Indoor residual spraying practices against *Triatoma infestans* in the Bolivian Chaco: Contributing factors to suboptimal insecticide delivery to treated households. *Par. Vectors* 14: 327. <https://doi.org/10.1186/s13071-021-04831-1>
- Herrera, L. 2010. Una revisión sobre reservorios de *Trypanosoma (Schizotrypanum) cruzi* (Chagas, 1909), agente etiológico de la enfermedad de Chagas. *Boletín de Malariología y Salud Ambiental* 50: 3–15. ISSN 1690-4648 https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1690-46482010000100002
- Humair, P.-F., V. Douet, F. Morán Cadenas, L. M. Schouls, I. Van De Pol, and L. Gern. 2007. Molecular identification of bloodmeal source in *Ixodes ricinus* ticks using 12S rDNA as a genetic marker. *J. Med. Entomol.* 44: 869–880.
- Kjos, S. A., K. F. Snowden, T. M. Craig, B. Lewis, N. Ronald, and J. K. Olson. 2008. Distribution and characterization of canine Chagas disease in Texas. *Vet. Par.* 152: 249–256.
- Kobori, H., J. L. Dickinson, I. Washitani, R. Sakurai, T. Amano, N. Komatsu, W. Kitamura, S. Takagawa, K. Koyama, T. Ogawara, and A. J. Miller-Rushing. 2016. Citizen science: A new approach to advance ecology, education, and conservation. *Eco. Res.* 31: 1–19. <https://doi.org/10.1007/s11284-015-1314-y>
- Lent, H., and P. W. Wygodzinsky. 1979. Revision of the Triatominae (Hemiptera, Reduviidae), and their significance as vectors of Chagas' disease. *Bull. Am. J. Nat. His.* 163: 123–520.
- Luna, M. D., and P. K. Boll. 2023. An annotated checklist of terrestrial flatworms (Platyhelminthes: Tricladida: Geoplanidae) from Mexico, with new records of invasive species from a citizen science platform and a new *nomen dubium*. *Zootaxa* 5297 Article 4. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.5297.4.3>
- Marcenò, C., J. Padullés Cubino, M. Chytrý, E. Genduso, D. Salemi, A. La Rosa, S. A. Gristina, E. Agrillo, G. Bonari, G. Giusso del Galdo, V. Ilardi, F. Landucci, and R. Guarino. 2021. Facebook groups as citizen science tools for plant species monitoring. *J. App. Eco.* 58: 2018–2028.
- Marti, G. A., B. M. Dibene, A. Balsalobre, M. E. Vicente, E. A. Bruno, J. Cochero, y S. Ceccarelli. 2023. GeoVin—Un proyecto con innovación tecnológica y participación comunitaria para el abordaje integral del Chagas y los triatominos (Hemiptera: Reduviidae: Triatominae). *Revista de la Sociedad Entomológica Argentina* 82: Article 4. <https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/227242>

- Martínez-Perez, G. E., J. G. Martínez-Tovar, J. A. Dávila-Barboza, I. Rodríguez-Sánchez, M. L. Ramírez-Ahuja, M. Elías-Santos, y E. A. Rebollar-Téllez. 2023. Nuevos registros de triatominos (Hemiptera: Reduviidae: Triatominae) en el municipio de General Zuazua, Nuevo León, México. <https://www.revistabiomedica.mx/index.php/revbiomed/article/view/1110>
- Martínez-Tovar, J. G., J. J. Rodríguez-Rojas, W. Arque-Chunga, J. A. Lozano-Rendón, L. A. Ibarra-Juárez, J. A. Dávila-Barboza, L. Fernández-Salas, y E. A. Rebollar-Téllez. 2013. Nuevos registros geográficos y notas de infección de *Triatoma gerstaeckeri* (Stål) y *Triatoma rubida* (Uhler) (Hemiptera: Reduviidae: Triatominae) en Nuevo León y Coahuila, México. *Acta Zool. Mex. (N.S.)* 29: Article 1. <https://doi.org/10.21829/azm.2013.291398>
- Ramsey, J. M., A. T. Peterson, O. Carmona-Castro, D. A. Moo-Llanes, Y. Nakazawa, M. Butrick, E. Tun-Ku, K. de la Cruz-Félix, and C. N. Ibarra-Cerdeña. 2015. Atlas of Mexican Triatominae (Reduviidae: Hemiptera) and vector transmission of Chagas disease. *Memórias Do Instituto Oswaldo Cruz* 110: 339–352. <https://doi.org/10.1590/0074-02760140404>
- Rodrigues, J. M. D. S., F. F. F. Moreira, J. Deckert, and C. Galvão. 2020. List of the type specimens of Triatominae (Hemiptera: Heteroptera: Reduviidae) in the Hemimetabola Collection of the Museum für Naturkunde, Berlin. *Zootaxa* 4809. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.4809.2.5>
- Sánchez-García, A. A., A. I. Ortega-Morales, G. Morillón-Borjón, G. Moreno-Bello, F. J. Sánchez-Ramos, Q. K. Siller-Rodríguez, and I. López-Hernández. 2023. New records of Triatomine: *Triatoma rubida* and *T. sinaloensis* at Sonora, Northwestern Mexico. *Southwest. Entomol.* 48: 481–484.
- Secretaría de Salud, 2022. Estrategia de intervención nacional para la interrupción de la transmisión vectorial intradomiciliar de la enfermedad de Chagas en México. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/819576/Estrategia_de_intervencio_n_nacional_para_la_Interrupcio_n_de_la_transmisio_n_vectorial_intradomiciliar_de_la_enfermedad_de_Chagas_en_Me_xico.pdf Accesado: 20/Ago/24
- Secretaría de Salud, 2023. Anuarios de morbilidad 1984 a 2022. <http://www.gob.mx/salud/acciones-y-programas/anuarios-de-morbilidad-1984-a-2022> Accesado: 15/Nov/23
- Velázquez-Ramírez, D. D., A. A. Pérez de León, and H. Ochoa-Díaz-López. 2022. Review of American trypanosomiasis in southern Mexico highlights opportunity for surveillance research to advance control through the One Health approach. *Frontiers in Public Health*, 10. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2022.838949>
- WHO. 2024. Chagas disease. [https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/chagas-disease-\(american-trypanosomiasis\)](https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/chagas-disease-(american-trypanosomiasis)) Accesado: 17/Nov/23