

Artículo original

Incremento de incidencia intradomiciliar de triatominos y prevalencia de *Trypanosoma cruzi* en el Centro de México

Increased intradomiciliary incidence of triatomine and prevalence of *Trypanosoma cruzi* in Central Mexico

¹JOSÉ ISRAEL GARCÍA-MARES, ²CASSANDRA GONZÁLEZ-ACOSTA, ²JORGE PERALTA-RODRÍGUEZ, ³FABIÁN CORREA-MORALES, ²HÉCTOR BARÓN-OLIVARES, ⁴*MIGUEL MORENO-GARCÍA

¹Servicios de Salud de Morelos, Jurisdicción Sanitaria III. 3^{era} de Mongoy 211, Centro, C.P. 62740, Cautla, Morelos, México.

²Servicios de Salud de Morelos. Callejón Borda 3, Col. Centro, C.P. 62000, Cuernavaca, Morelos, México.

³Centro Nacional de Programas Preventivos y Control de Enfermedades. Benjamín Franklin 132, Col. Escandón, C.P. 11800, Ciudad de México, México.


⁴Unidad de Investigación Entomológica y Bioensayos-Centro Regional de Control de Vectores Panchimalco-Servicios de Salud de Morelos. Emiliano Zapata 95, C.P. 62900, Jojutla, Morelos, México.



OPEN ACCESS

Editor responsable: César A. Sandoval-Ruiz

*Autor corresponsal:

 Miguel Moreno-García
miguelmoga2000@yahoo.com.mx

Cita:

García-Mares, J. I., González-Acosta, C., Peralta-Rodríguez, J., Correa-Morales, F., Barón-Olivares, H., Moreno-García, M. (2022) Incremento de incidencia intradomiciliar de triatominos y prevalencia de *Trypanosoma cruzi* en el Centro de México. *Acta Zoológica Mexicana (nueva serie)*, 38, 1–13.
10.21829/azm.2022.3812515
elocation-id: e3812515

Recibido: 01 abril 2022

Aceptado: 18 agosto 2022

Publicado: 07 septiembre 2022

RESUMEN. La enfermedad de Chagas afecta a millones de personas en América. La enfermedad está globalizada y en franca expansión, esto debido a la acelerada urbanización y a la expansión geográfica de chinches vectores (triatominos). La riqueza de de triatominos en México es alta (33 especies) pero varía por regiones. En Morelos, ubicado en el centro de México, se han reportado las especies *Meccus pallidipennis*, *Triatoma barberi* y *T. dimidiata*, con una prevalencia de infección alta. En este trabajo se describe el incremento de incidencia en ambiente intradomiciliar y el porcentaje de infección natural de triatominos en la zona oriente de Morelos. Se realizaron colectas activas intra y peri domiciliarias de triatominos y se evaluó la presencia de *T. cruzi* en heces. Los resultados muestran que los casos de la enfermedad han ido en aumento con incremento en la preferencia intradomiciliar del triatomino. El índice de infección natural con *Trypanosoma* fue de 79.7 % para *M.*



pallidipennis y del 49 % para *T. barberi* (no se detectó la presencia de *T. dimidiata*). Los resultados muestran que es necesario un incremento en los recursos económicos y humanos para generar estrategias de controles eficientes y sustentables de la enfermedad.

Palabras clave: Control; enfermedad de Chagas; infestación urbana; *Meccus*; *Triatoma*

ABSTRACT. Chagas disease affects millions of people in the Americas. Due to rapid urbanization and the geographic expansion of vectors, the disease is considered to be globalized and expanding. The diversity of triatomine in Mexico is high, with 33 species, but varies by region. In Morelos (Central Mexico), *Meccus pallidipennis*, *Triatoma barberi* and *Triatoma dimidiata*, have been reported, however, the infection rate is high. In this work, we describe the increased incidence in the intradomiciliary environment and the percentage of natural infection in the eastern zone of Morelos. Intra- and peri-domiciliary collections were performed. The presence of *Trypanosoma cruzi* was detected in *M. pallidipennis* and *T. barberi* collected individuals with a natural infection rate of 79.7% and 49% respectively (individuals of *T. dimidiata* were not collected). Results show that the reported cases of the disease have been increasing, as well as the intradomiciliary preference of the vectors. Economic and human resources are necessary to generate efficient and sustainable control strategies.

Key words: Control; Chagas disease; urban infestation; *Meccus*; *Triatoma*

INTRODUCCIÓN

La enfermedad de Chagas o tripanosomiasis americana (común en Latinoamérica) es causada por el parásito *Trypanosoma (Schizotrypanum) cruzi* (Chagas, 1909), transmitido al humano y a otros mamíferos a través del contacto con heces de hemípteros de los géneros *Triatoma* (distribuidos en Norteamérica, Centroamérica y Suramérica), *Meccus* (Norteamérica y Centroamérica), *Rhodnius* (Centroamérica y Suramérica) y *Panstrongylus* (Centroamérica y Suramérica) pertenecientes a la subfamilia Triatominae (Hashimoto & Schofield, 2012; Guhl, 2017; Vivas *et al.*, 2021). Esta enfermedad se diferencia de la tripanosomiasis africana o enfermedad del sueño, causada por *Trypanosoma brucei gambiense* (Duton 1902) y *Trypanosoma brucei rhodesiense* (Stephens & Fantham, 1910), parásitos transmitidos por la mosca tsetse (Pereira & Rios, 2003).

La enfermedad de Chagas afecta a más de 6 millones de personas y pone en riesgo a 65 millones de personas de América (OPS, 2019). El mayor número de casos ocurre en las áreas pobres de Latinoamérica (de Fuentes *et al.*, 2018), sin embargo, debido al tránsito humano, se considera que la enfermedad está globalizada y en constante expansión (Tanowitz *et al.*, 2011), diagnosticándose en Australia, Japón, Norteamérica y Europa (Murillo-Godínez, 2018; Acosta *et al.*, 2020).

Los triatominos son cruciales en la distribución geográfica, los patrones de transmisión y las características epidemiológicas de la enfermedad de Chagas (Mas-Coma & Bargues, 2009; de Fuentes *et al.*, 2018). La subfamilia Triatominae incluye cerca de 150 especies clasificadas en seis tribus y 19 géneros. La riqueza de triatominos en México es abundante, con 33 especies

autóctonas descritas, todas encontradas infectadas con *T. cruzi* (Velasco-Castrejón & Rivas-Sánchez, 2008; Salazar-Schettino *et al.*, 2010). En Morelos se han reportado tres especies, *Meccus pallidipennis* (Stål, 1872), *Triatoma dimidiata* (Latreille, 1811) y *Triatoma barberi* (Usinger, 1939) (Figs. 1, 2A, B) (Villegas-García *et al.*, 2001; Salazar-Schettino *et al.*, 2010). A pesar de la baja riqueza de vectores (comparada con otros estados del país), Morelos presenta una prevalencia de casos humanos alta (11.4 %) (Cruz-Reyes & Pickering-López, 2006). Esto enfatiza la necesidad de tener una continua vigilancia entomológica para conocer y/o actualizar la distribución geográfica, la colonización (detectado a través de la presencia de estadios ninfales) de las áreas afectadas y la frecuencia en la que el triatoma está presente en la habitación humana (Fig. 2C, D), para programar y realizar efectivas actividades de control.

Las regiones Norte y Sur-Poniente de Morelos (estado ubicado en el centro de México) han sido analizadas para detectar especies vectores infectadas con *Trypanosoma*, sin embargo, para la zona Oriente la información de infección en triatomas es escasa o inexistente. Como parte de las actividades del Programa de Prevención y Control de la tripanosomiasis americana, en el estado de Morelos se realizan colectas entomológicas y se evalúa la condición de las viviendas (materiales de construcción y presencia de fauna domestica) en áreas de riesgo y/o donde se han detectado casos de enfermedad de Chagas (ver <https://www.gob.mx/salud/acciones-y-programas/historico-boletin-epidemiologico>, Secretaria de Salud, México). El objetivo de este trabajo es dar a conocer el aumento de la presencia intradomiciliar y el porcentaje de infección natural de triatominos colectados en dos periodos 2010–2011 y 2017–2019 en la zona Oriente de Morelos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio. Morelos se encuentra entre los 18°22' y 19°07' N; 98°37' y 99°30' O. Limita con la Ciudad de México, Estado de México, Puebla y Guerrero. Presenta un gradiente altitudinal que va de los 5,000 m en el norte del estado hasta los 700 m en el sur; la precipitación anual es de 900 mm (CONABIO, 2020) y se caracteriza por un clima semicálido, cálido sub húmedo de tipo monzónico y en menor proporción templado húmedo. Se localiza entre dos provincias fisiográficas: el Eje Neovolcánico y la Depresión del Balsas (Aguilar, 1990), donde convergen las regiones biogeográficas neártica y neotropical (CONABIO, 2020).

La región Oriente, presenta vegetación de selva baja caducifolia y clima tropical seco; encontrándose en su mayoría en la provincia del Eje Neovolcánico y en menor medida en la región de la Sierra Madre del Sur (CONABIO, 2020). En el periodo de 2010–2011, las colectas se realizaron en los municipios de Axochiapan (localidad Centro), Ayala (localidad San Pedro Apatlaco), Cautla (localidad Otilio Montaña y Peña Flores) y Yautepec (localidad Los Arcos y Vicente Estrada Cajigal). Para el periodo de 2017–2019 los municipios de colecta fueron Atlatlahucan (localidad Atlatlahucan), Ayala (localidad Centro y Tenextepango), Cautla (localidad Centro y El Hospital), Jonacatepec (localidad Jonacatepec), Temoac (localidad Huazulco), Tepalcingo (localidad Ixtlico el Grande e Ixtlico el Chico), Yautepec (localidad Yautepec), Yecapixtla (localidad Yecapixtla) (para detalles climáticos de cada municipio ver Cuadro 1) (Fig. 1).

Cuadro 1. Climas, rangos de precipitación y altitud, y temperaturas promedio de los municipios de trabajo, obtenidos de Prontuarios de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos, INEGI.

Municipio	Altitud (msnm)	Clima	Temperatura (°C)	Lluvia (mm)
Atlatlahucan	1,640	Semicálido subhúmedo	4-24	800-1,200
Axochiapan	1,030	Cálido subhúmedo	22-26	800-1,000
Ayala	1,220	Templado subhúmedo	22-24	800-1,000
Cuautla	1,300	Cálido subhúmedo	20- 24	800-1,000
Jonacatepec	1,290	Cálido subhúmedo	22-26	800-1,000
Temoac	1,760	Semicálido subhúmedo	20-24	800-1,000
Tepalcingo	1,160	Cálido subhúmedo	22-26	800-1,000
Yautepec	1,210	Cálido subhúmedo	18-24	800-1,000

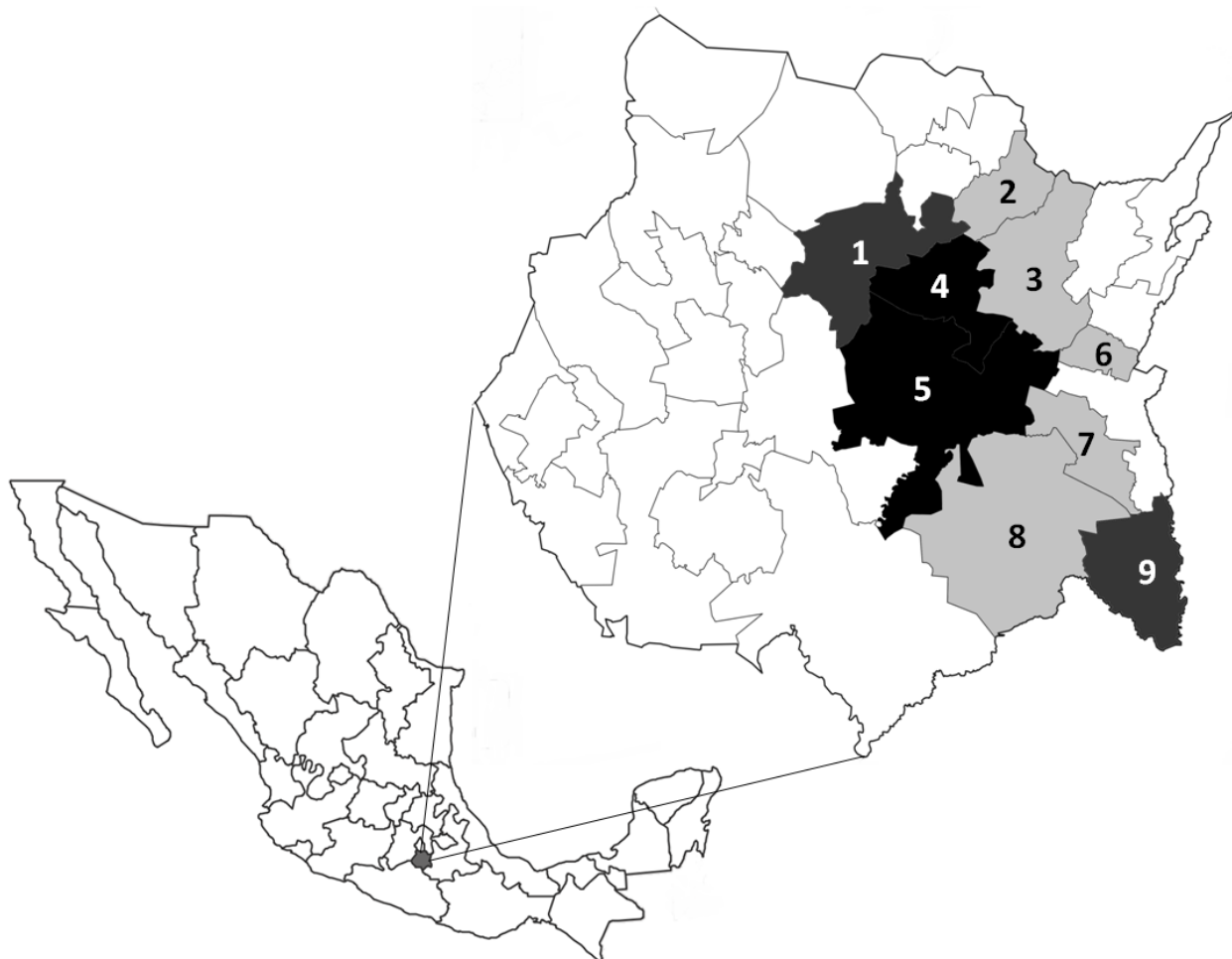


Figura 1. Estado de Morelos y ubicación de los municipios muestreados. 1=Yautepec, 2=Atlatlahucan, 3=Yecapixtla, 4=Cuautla, 5=Ayala, 6=Temoac, 7=Jonacatepec, 8=Tepalcingo, 9=Axochiapan. En gris oscuro municipios colectados en 2010–2011. En gris claro, municipios colectados en 2017–2019. En negro, municipios colectados en ambos periodos.

Selección de localidades. Las áreas de trabajo en los municipios evaluados se seleccionaron cumpliendo con los siguientes criterios: (1) al menos un caso confirmado y una incidencia acumulada de dos casos o más de la enfermedad de Chagas entre los años 2000–2010 y 2014–2016; (2) antecedentes de la presencia del vector (Servicios de Salud de Morelos-SSM, datos no publicados).

Muestreo de triatomíneos. El primer muestreo se realizó de agosto del 2010 a diciembre del 2011. El segundo periodo fue de enero del 2017 a noviembre del 2019. La unidad de muestreo fueron las viviendas seleccionadas a través de un buffer de 100 a 200 m, tomando como punto central el domicilio de los casos más recientes, trabajando un promedio de 250 viviendas por localidad.

La exploración entomológica se realizó a nivel intra y peridomicilio, de forma manual con guantes de látex, carnaza, pinzas y lámpara de mano, empleando el método hora-hombre-casa. En intradomicilio se revisaron todos los cuartos de la vivienda como: dormitorios, sala y cocina haciendo énfasis en muros, techos, pisos, detrás de muebles, debajo de camas, cuadros, closets, en grietas y entre ropa; mientras que en el peridomicilio se buscó en sitios como: muros exteriores, material amontonado (piedras, madera, tabiques, blocks, tejas, etc.), techados para guardar implementos, leña, productos agrícolas y material de construcción, bodegas, cercos de piedra, echaderos de perros, gallineros y corrales de vacas o borregos (Fig. 3). Con la técnica de captura de hora-hombre-casa, en el que dos personas buscaron durante 0.5 h por cada vivienda. Para estimar si existían diferencias en la proporción de adultos y ninfas colectados en intra y peridomicilio se empleó un análisis de χ^2 (por periodo de colecta) utilizando el programa JMP 6.0 (SAS Inc.).

Detección de *Trypanosoma cruzi*. Los triatomíneos colectados se colocaron en frascos de plástico con tapa de rosca con orificios, en su interior se colocó un pedazo de papel en forma de acordeón para que los insectos puedan circular dentro del recipiente y adherirse a la superficie para minimizar el estrés. Los frascos se etiquetaron y se trasladaron al laboratorio para su identificación taxonómica con las claves de Lent y Wygodzinsky (1979). Para detectar la presencia de *T. cruzi*, a cada individuo se le presionó el abdomen obteniendo sus heces; las cuales fueron colocadas entre el porta y cubre objetos (preparación en fresco) previamente homogenizadas con solución salina al 10 % y frotis (tinción Giemsa), y se examinó mediante microscopía óptica en búsqueda del parásito identificado por sus características morfológicas (Padilla-Valdez *et al.*, 2021).

RESULTADOS

Durante el periodo 2010–2011 se colectaron un total de 1,160 triatomíneos. *Meccus pallidipennis* y *T. barberi* fueron las únicas especies colectadas (Fig. 2). Se encontraron diferencias en la proporción de adultos y ninfas colectados en intra y peridomicilio ($\chi^2 = 14.49$, $P = 0.0001$). En peridomicilio el porcentaje de ninfas colectadas fue de 80.6 % y de adultos de 19.3 % (Cuadro 2). En intradomicilio la proporción entre ninfas y adultos fue similar (53.1 % y 46.8 %, respectivamente). Se registró la coexistencia de adultos y ninfas de *M. pallidipennis* (en intra y peridomicilio) y *T. barberi* (en peridomicilio). La proporción de individuos de *T. barberi* colectados fue de 19 %. La coinfección

solo se presentó en Yautepec. El índice de infección natural con *Trypanosoma* fue de 79.7 % para *M. pallidipennis*, y de 49 % para *T. barberi*.

En el periodo de 2017–2019, se colectaron un total de 1,497 triatominos. 445 domicilios fueron positivos. Se detectaron diferencias estadísticamente significativas entre la proporción de adultos y ninfas colectados en intra y peridomicilio ($\chi^2= 28.9, P= 0.0001$). El 67 % de las colectas se realizaron en intradomicilio y el 33 % en peridomicilio. El número de adultos colectados fue mayor en intradomicilio, la proporción de ninfas colectadas en intra y peridomicilio fue similar (Cuadro 2). El número de organismos colectados en intradomicilio durante este periodo fue 25 veces mayor al periodo 2010–2011. Se registró una infección natural del 77.4 % (419/541) de *T. cruzi* en triatominos analizados. No se registró la presencia de *T. barberi* en las áreas de colecta. En el primer periodo de colecta las viviendas presentaron piso de cemento y el 6.3 % de tierra, muros de cemento aplanado en el 80.6 %, seguido de tabique en 15.7 %, adobe en 1.2 %, lámina en 1.1 % y bajareque en un 1 %, techos de loza en el 75.6 % y lamina en 23.8 %. El principal material de las casas positivas a triatominos (91.8 %) tenían piso de cemento, y en menos porcentaje de tierra (8.1 %), los muros fueron principalmente de cemento aplanado (73.6 %), seguidos de tabique (24.5 %); el techo de loza se encontró en 71.8 % y de lámina en 28.1 %.

En el 74.1 % de las casas encuestadas se observó la presencia de algún tipo de animal, siendo perros (49.6 %) y aves (29.6 %) los más frecuentes. También se observaron caballos, vacas y borregos, mientras que de animales silvestres se observó la presencia de zarigüeyas, ratas, ratones y ardillas. En el 82.7 % de las viviendas positivas a triatominos, se observó la presencia de algún tipo de animal doméstico, siendo perros y aves los más frecuentes 50.9 % y 25.4 %, respectivamente, además de observar borregos, vacas y caballos. Para el segundo periodo de colecta no se analizó el tipo de vivienda y fauna asociada, sin embargo, a través de observaciones personales se llega a la conclusión de que las características son muy parecidas.

En las colonias confirmadas como positivas a triatominos, y conforme a los lineamientos para el control de Chagas, se aplicó rociado residual con aspersores de varilla manuales o motorizados (con lambiacialotrina y/o deltrametrina hasta el año 2018, posteriormente con propoxur o bendiocarb) de forma intra y peri domiciliar de manera semestral por colonia (Fig. 3D).

Cuadro 2. Número de individuos colectados en intra y peridomicilio durante ambos periodos de colecta.

	Intradomicilio		Peridomicilio		Total	
	Adultos	Ninfas	Adultos	Ninfas	Adultos	Ninfas
2010–2011						
<i>Meccus pallidipennis</i>	15	17	188	720	203	737
<i>Triatoma barberi</i>	0	0	63	157	63	157
	Intradomicilio		Peridomicilio		Total	
2017–2019						
<i>Meccus pallidipennis</i>	415	431	229	422	644	853

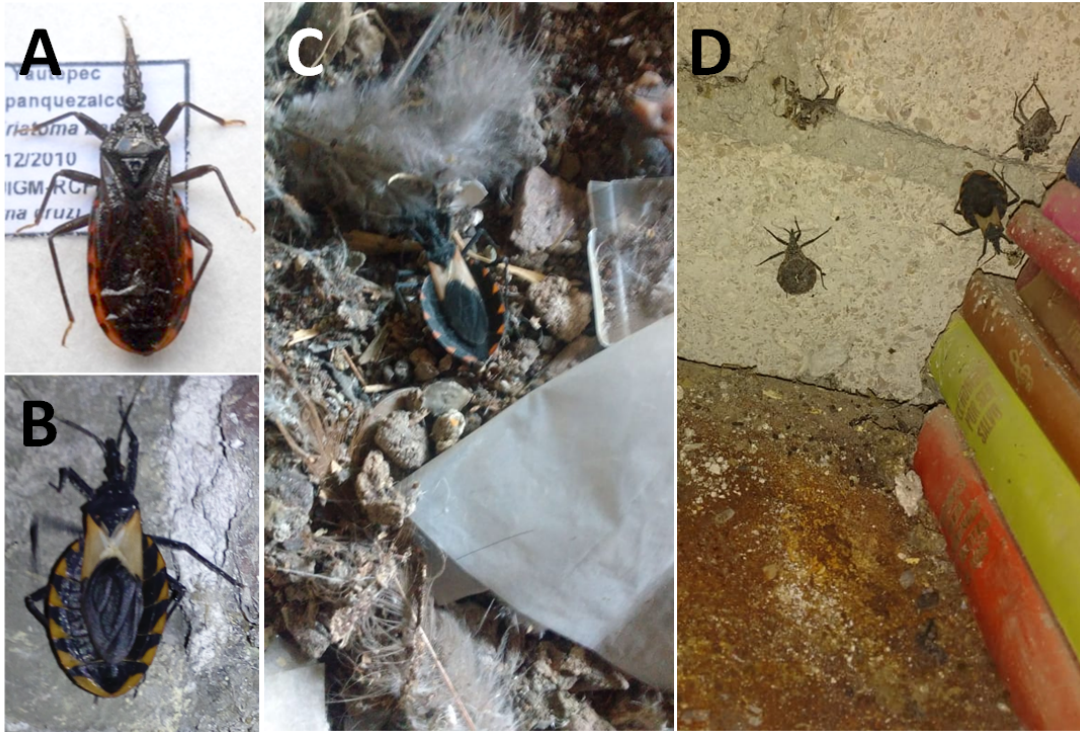


Figura 2. A) *Triatoma barberi* (no en escala). B) *Meccus pallidipennis* (no en escala). C) Presencia de *M. pallidipennis* en peridomicilio. D) Presencia de ninfas y adultos de *M. pallidipennis* en intradomicilio.



Figura 3. A y B) Salubrista realizando búsqueda activa de individuos en peridomicilio. C) Rociado residual con varilla.

DISCUSIÓN

En 1966 se reporta la presencia de *M. pallidipennis* y *T. barberi* infectados en Morelos, sin embargo, no se tenía conocimiento de casos de la enfermedad en humanos (Tay *et al.*, 1966). A partir de ese momento, el número de casos en humanos ha ido en aumento (SSM datos no publicados). En la Zona Oriente de Morelos, durante 2010–2011, los casos de la enfermedad habían sido reportados en cuatro municipios (Axochiapan, Ayala, Cuautla y Yautepec) (SSM datos no publicados). Para el periodo 2017–2019, ocho municipios (Atlatlahucan, Ayala, Cuautla, Jonacatepec, Temoac, Tepalcingo, Yautepec y Yecapixtla) de la misma región ya presentaban casos (SSM datos no publicados). Actualmente los casos se encuentran reportados en la mayoría de los municipios del estado (Portugal-García *et al.*, 2011). A pesar de que a *M. pallidipennis* se la ha considerado tener baja capacidad vectorial (Enger *et al.*, 2004; Salazar-Schettino *et al.*, 2010), su amplia distribución, capacidad de explotar hábitats urbanizados y tener alta presencia intradomiciliar hacen que la especie tenga un importante rol como vector en las áreas donde se encuentra (Ramsey *et al.*, 2000). Los resultados de presencia e infección natural hacen concluir que la especie es la responsable de los casos en humanos detectados en el área.

El aumento de la incidencia de casos de Chagas en áreas urbanas y suburbios en el Oriente de Morelos se puede deber a: (1) las condiciones ambientales y de vivienda (intra y peridomésticos) en áreas de contagio son favorables para la infestación y colonización del vector. La presencia de estadios ninfales indica la exitosa colonización en intra y peridomicilio de la especie en las distintas áreas colectadas. (2) La creciente urbanización sin instrumentos de planeación actualizados y en muchas ocasiones con asentamientos precarios con mala condición de vivienda, hacinamiento y servicios básicos insuficientes (agua, recolección de basura) (Monroy-Ortiz, 2011), así como la presencia de fauna urbana reservorio, crea condiciones favorables para el establecimiento de colonias de triatominos (Cruz-Reyes, 2006). (3) En las últimas décadas, Morelos ha perdido más de 60 mil hectáreas de bosques y selvas asociado al crecimiento urbano e industrial (Batllori-Guerrero, 2001), dando como resultado el contacto entre las áreas urbanas y selváticas. Los resultados muestran que la mayoría de las viviendas tienen repellado de cemento, lo que podría explicar la constante presencia y aumento del vector, ya que parece ser que *M. pallidipennis* presenta una gran adaptación a este tipo de construcciones (Ramsey *et al.*, 2000). Esto puede haber favorecido la dispersión de triatomas del ambiente selvático al urbano, creando constantes eventos de domesticación (Borges *et al.*, 2005; Lobbia *et al.*, 2019).

En el periodo 2010–2011, la presencia de ambas especies de triatominos fue mayor en el peridomicilio. Para *M. pallidipennis* la preferencia al peridomicilio fue similar a lo previamente reportado para el estado (ver Ramsey, 2005; Salazar-Schettino *et al.*, 2010). Sin embargo, para el periodo 2017–2019 la tendencia fue similar para intra y peridomicilio. Los resultados muestran que es probable que humanos se puedan haber convertido en la principal fuente de alimentación de *M. pallidipennis*. Esto puede ser debido a un proceso de cambio en las preferencias alimenticias de los organismos (ver Gutiérrez-Cabrera *et al.*, 2021). Para *T. infestans* se encontró que el cambio en la preferencia alimenticia hacia humanos se relaciona con la disponibilidad de fuentes de alimentación; reduciéndose con la presencia de perros dentro de la vivienda y aves en el peridomicilio (Gurtler *et al.*, 1997). Es necesario realizar observaciones detalladas para estimar si la presencia intradomiciliar de mascotas y fauna peridomiciliar ha disminuido en las áreas de estudio.

A *T. barberi* se le ha considerado una especie con alta capacidad de infestación domiciliar (Zarate & Zarate, 1985), sin embargo, todavía no hay consenso acerca de su preferencia intra o peridomiciliar (ver López-Cárdenas, 2002; Salazar-Schettino *et al.*, 2010; Martínez-Ibarra *et al.*, 2011). Aquí reportamos una baja o nula infestación en el área estudiada, observaciones similares se han detectado en estudios previos (ver Ramsey *et al.*, 2003). El establecimiento domiciliar de *T. barberi* parece depender de la naturaleza de los materiales de construcción, en específico el uso de materiales naturales (e.g. madera, hojas de palma, cartón) (Carmona-Castro *et al.*, 2018). Nuestras observaciones indican que la mayoría de las construcciones en las áreas de estudio son de cemento o materiales no naturales, esto podría estar limitando la presencia de la especie

La ausencia de *T. dimidiata* resulta interesante, reportes previos han registrado a la especie en los municipios de Jiutepec (con infección natural), Amacuzac, Ayala, Coatlán del Rio, Jojutla, Miacatlán, Jantetelco, Tlaltizapán y Zacatepec (Villegas-García *et al.*, 2001; Ceccarelli *et al.*, 2018; InDRE, LESP-Morelos y CERECOVE Panchimalco-SSM, datos no publicados). En otras regiones del país la especie es un vector primario y secundario, con altos índices de infección natural y alto potencial de eficiencia vectorial (Pech-May *et al.*, 2019; Nogueta-Torres, 2021). Una posible explicación es que las poblaciones endémicas de *T. dimidiata* no se han adaptado para explotar los hábitats urbanos y semi-urbanos. Sin embargo, también hay que considerar un sesgo en el muestreo. Los organismos analizados en este estudio provienen de municipios donde se han reportado casos de la enfermedad o de áreas donde la presencia de *M. pallidipennis* y *T. barberi* es común. Por lo resulta necesario realizar colectas dirigidas hacia *T. dimidiata* en zonas con y sin registros (con probables asintomáticos) de la enfermedad.

A pesar de que este fue un estudio descriptivo y que los sitios de colecta estuvieron delimitados por la presencia de casos, se puede observar la tendencia del incremento en la distribución del vector y el riesgo de infección de Chagas en el oriente de Morelos. Como parte de las acciones para el control de la enfermedad se realizan los rociados residuales que han intentado reducir el riesgo en la población. Sin embargo, es necesaria la participación actividad de la población y el esfuerzo a distintos niveles (municipal, jurisdiccional y estatal) para mejorar las condiciones de vivienda y servicios básicos. Con esta perspectiva integral será posible generar estrategias de controles eficientes y sustentables.

AGRADECIMIENTOS. Agradecemos al personal operativo en campo por la asistencia en la colecta de individuos y al equipo de rociado de la Jurisdicción Sanitaria 3 de los Servicios de Salud de Morelos. A Juan Luis Téllez Rendón del InDRE y Ausencio Guadalupe Morales Ortega del LESP-Morelos por los datos de municipios de colecta de *T. dimidiata*. Agradecemos los comentarios de dos revisores anónimos.

LITERATURA CITADA

Acosta, I. C., Pérez-Tanoira, R., Prieto-Pérez, L., Úbeda, A. C., Álvarez-Álvarez, B., Antoranz, P. A., Fernández-Guerrero, M., Fernández-Roblas, R., Orejas, M., Tomás, M.,

- Cariñanos, I., Górgolas, M.** (2020) Chagas' heart disease: descriptive analysis of 141 patients in a hospital of Madrid, Spain. *Travel Medicine and Infectious Disease*, 37, 101690. <http://doi.org/10.1016/j.tmaid.2020.101690>
- Aguilar, B. S.** (1990) *Dimensiones ecológicas del Estado de Morelos. Centro Regional de Investigaciones Multidisciplinarias*. UNAM, México, 221 pp. ISBN: 9789683615121
- Batllori-Guerrero, A.** (2001) Los problemas ambientales del estado de Morelos: la educación como parte de la solución. *Gaceta Ecológica*, 61, 47–60. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=53906104> (consultado 25 agosto 2022).
- Borges, E. C., Dujardin, J. P., Schofield, C. J., Romanha, A. J., Diotaiuti, L.** (2005) Dynamics between sylvatic, peridomestic and domestic populations of *Triatoma brasiliensis* (Hemiptera: Reduviidae) in Ceara State, Northeastern Brazil. *Acta Tropica*, 93, 119–126. <https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2004.10.002>
- Carmona-Castro, O., Moo-Llanes, D. A., Ramsey, J. M.** (2018) Impact of climate change on vector transmission of *Trypanosoma cruzi* (Chagas, 1909) in North America. *Medical and Veterinary Entomology*, 32, 84–101. <https://doi.org/10.1111/mve.12269>
- Ceccarelli, S., Balsalobre, A., Medone, P., Cano, M. E., Gurgel-Gonçalves, R., Feliciangeli, D., Vezzani, D., Wisnivesky-Colli, C., Gorla, D. E., Marti, G. A., Rabinovich, J. E.** (2018) DataTri, a database of American triatomine species occurrence. *Scientific Data*, 5, 180071. <https://doi:10.1038/sdata.2018.71>
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) y Gobierno del Estado de Morelos** (2020) La biodiversidad de Morelos. Estudio de caso 2. Vol. 1. CONABIO, México, 522 pp. ISBN: 9786078570393.
- Cruz-Reyes, A., Pickering-López, J. M.** (2006) Chagas disease in Mexico: an analysis of geographical distribution during the past 76 years—a review. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 101, 345–354. <https://doi.org/10.1590/s0074-02762006000400001>
- de Fuentes-Vicente, J. A., Gutiérrez-Cabrera, A. E., Flores-Villegas, A. L., Lowenberger, C., Benelli, G., Salazar-Schettino, P. M., Córdoba-Aguilar, A.** (2018) What makes an effective Chagas disease vector? Factors underlying *Trypanosoma cruzi*-triatomine interactions. *Acta Tropica*, 183, 23–31. <https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2018.04.008>
- Enger, K. S., Ordoñez, R., Wilson, M. L., Ramsey, J. M.** (2004) Evaluation of risk factors for rural infestation by *Triatoma pallidipennis* (Hemiptera: Triatominae), a Mexican vector of Chagas disease. *Journal of Medical Entomology*, 41, 760–767. <https://doi.org/10.1603/0022-2585-41.4.760>
- Guhl, F.** (2017) Geographical distribution of Chagas disease. Pp. 89–112. In: J. Telleria, M. Tibayrenc (Eds.). *American Trypanosomiasis, Chagas Disease (Second Edition)*. Elsevier, Amsterdam, Netherlands. ISBN: 9780128010297.
- Gutiérrez-Cabrera, A. E., Bello-Bedoy, R., Patiño-Uriostegui, N. M., Lecona-Valera, A. N., Córdoba-Aguilar, A.** (2021) Effects of food source and feeding frequency on Chagasic bug (*Triatoma pallidipennis*) fitness. *Entomologia Generalis*, 41, 531–542. <https://doi.org/10.1127/entomologia/2021/1169>

- Gurtler, R., Cohen, J., Cecere, M., Chuit, R.** (1997) Shifting host choices of the vector of Chagas disease, *Triatoma infestans*, in relation to the availability of host in houses in North-West Argentina. *Journal of Applied Ecology*, 34, 699–715.
<https://doi.org/10.2307/2404917>
- Hashimoto, K., Schofield, C. J.** (2012) Elimination of *Rhodnius prolixus* in Central America. *Parasites Vectors*, 5, 45.
<https://doi.org/10.1186/1756-3305-5-45>
- Lent, H., 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, 124–520.
- Lobbia, P. A., Álvarez, R., Picollo, M. I., Mougabure-Cueto, G.** (2019) First record of domestic colonies of the dark chromatic variant of *Triatoma infestans* (Hemiptera: Reduviidae). *Revista de la Sociedad Entomológica Argentina*, 78, 33–41.
<https://doi.org/10.25085/rsea.780307>
- López-Cárdenas, J., González-Bravo, F. E., Salazar-Schettino, P. M., Gallaga-Solórzano, J. C., Ramírez-Barba, E., Martínez-Méndez, J., Sánchez-Cordero, V., Peterson, T., Ramsey, J. M.** (2005) Fine-scale predictions of distribution of Chagas disease vectors in the state of Guanajuato, Mexico. *Journal of Medical Entomology*, 42, 1068–1081.
<https://doi.org/10.1093/jmedent/42.6.1068>
- Martínez-Ibarra, J. A., Valencia-Navarro, I., León-Saucedo, S., Ibáñez-Cervantes, G., Bustos-Saldana, R., Montañez-Valdez, O. D., Cervantes-Díaz, O. I., Nogueta-Torres, B.** (2011) Distribution and infection of triatomines (Hemiptera: Reduviidae) by *Trypanosoma cruzi* in the state of Michoacan, Mexico. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 106, 445–450.
<https://doi.org/10.1590/S0074-02762011000400010>
- Monroy-Ortiz, R.** (2011) La agenda urbana en Morelos. El problema del mismo programa para condiciones diferenciales. *Quivera*, 13, 259–279. Disponible en: <https://quivera.uaemex.mx/article/view/10109> (consultado 16 mayo 2022).
- Murillo-Godínez, G.** (2018) Enfermedad de Chagas (tripanosomiasis americana). *Medicina interna de México*, 34, 959–970.
<https://doi.org/10.24245/mim.v34i6.2217>
- Nogueta-Torres, B., Montañez-Valdez, O. D., Michel-Parra, J. G., Martínez-Grant, D. M., Martínez-Ibarra, J. A.** (2021) Biological parameters of three populations of *Triatoma dimidiata* s. s. (Hemiptera: Reduviidae) from Western Mexico. *Journal of Medical Entomology*, 58, 2114–2123.
<https://doi.org/10.1093/jme/tjab116>
- OPS-Organización Panamericana de la Salud.** (2018) Guía para el diagnóstico y el tratamiento de la enfermedad de Chagas. OPS, Washington, D.C. Disponible en: <https://iris.paho.org/handle/10665.2/49653> (consultado 08 julio 2022).
- Padilla-Valdez, J. M., Antonio-Campos, A., Arias-Del-Ángel, J. A., Rivas, N., Alejandro-Aguilar, R.** (2021) Susceptibility dynamics between five *Trypanosoma cruzi* strains and three triatomine (Hemiptera: Reduviidae) species. *Journal of Vector Ecology*, 46, 82–95.
<https://doi.org/10.52707/1081-1710-46.1.82>
- Pech-May, A., Mazariegos-Hidalgo, C. J., Izeta-Alberdi, A., López-Cancino, S. A., Tun-Ku, E., De la Cruz-Félix, K., Ibarra-Cerdeña, C. N., González Ittig, R. E., Ramsey, J. M.** (2019)

- Genetic variation and phylogeography of the *Triatoma dimidiata* complex evidence a potential center of origin and recent divergence of haplogroups having differential *Trypanosoma cruzi* and DTU infections. *PLOS Neglected Tropical Disease*, 13, e0007044. <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0007044>
- Pereira, Á., Ríos, M. P.** (2003) Tripanosomosis. Enfermedad de Chagas y enfermedad del sueño. *Offarm: farmacia y sociedad*, 22, 104–111. ISSN: 0212047X
- Portugal-García, C., García-Vázquez, Z., Monteón-Padilla, V., Chávez-López, V., Olamendi-Portugal, M., Ramos, C.** (2011) Anticuerpos contra *Trypanosoma cruzi* en humanos y perros y presencia del parásito en *Meccus pallidipennis* en la localidad de Puente Pantitlán, Morelos, México. *Revista Biomedica*, 22, 67–75. <https://doi.org/10.32776/revbiomed.v22i3.102>
- Ramsey, J. M., Cruz-Celis, A., Salgado, L., Espinosa, L., Ordoñez, R., López, R., Schofield, C. J.** (2003) Efficacy of pyrethroid insecticides against domestic and peridomestic populations of *Triatoma pallidipennis* and *Triatoma barberi* (Reduviidae: Triatominae) vectors of Chagas' disease in Mexico. *Journal of Medical Entomology*, 40, 912–920. <https://doi.org/10.1603/0022-2585-40.6.912>
- Ramsey, J. M., Tello, L. A., Pohls, J. L.** (2003) Actualidades sobre la epidemiología de la enfermedad de Chagas en México. Pp. 85–101. In: J. M. Ramsey, A. Tello-López, J. L. Pohls (Eds.). *Iniciativa para la vigilancia y el control de la enfermedad de Chagas en la República Mexicana*. Instituto Nacional de Salud Pública, Cuernavaca, México. ISBN: 968-6502-73-4
- Salazar-Schettino, P. M., Rojas-Wastavino, G. E., Cabrera-Bravo, M., Bucio-Torres, M. I., Martínez-Ibarra, J. A., Monroy-Escobar, M. C., Rodas-Retana, A., Guevara-Gómez, Y., Vences-Blanco, M. O., Ruiz-Hernández, A. L., Torres-Gutiérrez, E.** (2010) Revision of thirteen species of Triatominae (Hemiptera: Reduviidae) vectors of Chagas disease in Mexico. *Journal of the Selva Andina Research Society*, 1, 57–80. Disponible en :http://www.scielo.org.bo/pdf/jsars/v1n1/en_a07.pdf (consultado 23 mayo 2022).
- Tanowitz, H. B., Weiss, L. M., Montgomery, S. P.** (2011) Chagas disease has now gone global. *PLOS Neglected Tropical Diseases*, 5 (4), e1136. <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0001136>
- Tay, J., Salazar-Schettino, P. M., Ontiveros, A., Jiménez, J., Arteaga, I., García-Yáñez, Y., Gutiérrez-Quiroz, M.** (1987) Epidemiología de la enfermedad de Chagas en una población de Oaxaca, México. *Boletín de la Oficina Sanitaria Panamericana*, 102, 325–332. Disponible en: <https://iris.paho.org/handle/10665.2/17975> (consultado 17 abril 2022).
- Velasco-Castrejón, O., Rivas-Sánchez, B.** (2008). Apuntes para la historia de la enfermedad de Chagas en México. *Boletín médico del Hospital Infantil de México*, 65, 57–79. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1665-11462008000100010 (consultado 17 abril 2022).
- Villegas-García, J. C., Herlindo-Jaimes, F., Santillán-Alarcón, S.** (2001) *Triatoma dimidiata* Latreille, 1811 (Hemiptera: Reduviidae: Triatominae) in Central Mexico: first record for the state of Morelos. *Annals of Tropical Medicine & Parasitology*, 95,729–731. <https://doi.org/10.1080/00034980120097133>
- Vivas, R. J., García, J. E., Guhl, F., Hernández, C., Velásquez, N., Ramírez, J. D., Carranza, J. C., 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*, 26, 116: e200528.

<https://doi:10.1590/0074-02760200528>

Zarate, L. G., Zarate, R. J. (1985). A checklist of the Triatominae (Hemiptera:Reduviidae) of Mexico. *International Journal of Entomology*, 27, 102–127. Disponible en: <http://hbs.bishopmuseum.org/pi/pdf/pi27-1p102.pdf> (consultado 25 agosto 2022).