

Geografía de la enfermedad de Chagas en Yucatán: determinantes socioeconómicos y demográficos a nivel municipal

Geography of Chagas Disease in Yucatan: Socioeconomic and Demographic Determinants at the Municipal Level

Alba Rocio Valdez Tah* y David Romero**

Recibido: 25/09/2023. Aprobado: 9/11/2023. Publicado: 01/04/2024

Resumen. En este estudio geográfico sobre la epidemiología de la enfermedad de Chagas (EC), se destaca la importancia de analizar su distribución espacial para comprender su transmisión. Se consideran factores como la sociodemografía, el entorno ambiental y económico en la identificación de áreas de mayor prevalencia. Dada la transmisión a través de insectos triatomínicos, el estudio incluye aspectos entomológicos. La investigación se centró en el estado de Yucatán, hipotetizando diferencias a nivel municipal en la distribución poblacional y condiciones socioeconómicas que podrían influir en nuevas infecciones con *Trypanosoma cruzi*. La delimitación temporal se sustentó en el análisis de la estadística oficial disponible de los casos nuevos de infección con *T. cruzi* a partir del año 2003 y de indicadores entomológicos a partir del año 2015, ambos hasta el 2022. La metodología abarcó la agregación de datos por municipio en un sistema de información geográfica y por unidad de tiempo, seguida del cálculo de tasas de incidencia y prevalencia. Se utilizó el índice de marginación nominal municipal para evaluar dimensiones de pobreza. La información se integró con datos sociodemográficos del Instituto Nacional de Geografía y Estadística (INEGI) y el Consejo Nacional de Población (CONAPO). Finalmente, se llevó a cabo un análisis de correlación por aplicación de prueba no paramétrica entre variables entomológicas y sociodemográficas, estimando la interdependencia de las variables entomológicas, epidemiológicas y su relación con factores sociales. La

epidemiológica de la EC es ubicua en la entidad, con mayor presencia en la ciudad de Mérida y su área metropolitana, así como en los principales centros urbanos y municipios circunvecinos de mayor densidad poblacional hacia el sur y el este del estado (aglomerados que tienen como centro a los municipios de Ticul y Valladolid). La distribución temporal de los triatomínicos varió estacionalmente y la detección y colecta fue mayor los meses de mayo de 2016 y 2017. En un análisis de series temporales no pareció existir relación entre las variables epidemiológicas y entomológicas. La correlación significativa de las variables epidemiológicas con el número de triatomínicos indica la importancia médica de la transmisión vectorial del parásito en la entidad. La evidencia encontrada sugiere que las condiciones materiales de vida, las variables socioeconómicas y demográficas de mayor importancia a nivel municipal, como factores intermediarios a la transmisión vectorial de *T. cruzi* y a la EC, fue el piso de tierra de vivienda, el porcentaje de población analfabeta de 15 años y más, el hacinamiento en los hogares; todos estos proxis del índice de marginación nominal, que también resultó significativo en su correlación con la tasa de incidencia y con los casos humanos con infección. Asimismo, el análisis de correlaciones sugiere el efecto de la interacción de procesos de urbanización, la modificación ambiental y el aumento de la densificación demográfica de la población en la epidemiología de la EC en la entidad. En la discusión, argumentamos que la urbanización podría modificar las

*Programa de Becas Posdoctorales Consejo Nacional de Humanidades, Ciencia y Tecnología, comisionada a la Escuela Nacional de Estudios Superiores (UNAM), Unidad Mérida, 97357, Yucatán, México. ORCID: 0000-0002-8196-2652. Email: alba.valdez@enesmerida.unam.com. Autor de correspondencia.

**Profesor Asociado C de TC, Escuela Nacional de Estudios Superiores (UNAM), Unidad Mérida, 97357, Yucatán, México. ORCID: 0000-0002-1722-7514. Email: dromero@enesmerida.unam.mx

condiciones de exposición de las personas a los triatominos, así como incidir en la vulnerabilidad social para hacer frente a la amenaza de *T. cruzi*, ya sea porque incide en los espacios materiales de vida, en la prevención y en la posibilidad de activos e insumos en el acceso a la salud y en la atención médica integral. También discutimos sobre las marcadas diferencias en los valores epidemiológicos y entomológicos entre municipios que son continuos o similares, más allá de las características ecológicas, basados en las diferencias en la operatividad de los programas de vigilancia y en la ubicación urbana de las unidades técnico-administrativas, las principales unidades médicas y de laboratorio del sector salud al interior del estado. Las principales limitaciones del estudio fueron la dificultad de considerar la pobreza como un proceso dinámico y multidimensional y el subregistro de casos de la EC como resultado de su desatención política e institucional. En su conjunto, además de aproximarse a contestar preguntas primarias de la situación epidemiológica de la EC como problema de salud pública en el estado de Yucatán y conocer su distribución espacial, el estudio cuestiona la visión focalizada geográficamente de las acciones gubernamentales y el enfoque que ha priorizado en el control vectorial de la problemática, para sugerir que, por su relación con las condiciones materiales de vida, las sociodemográficas y el fenómeno de urbanización, su comprensión y abordaje debe ser más amplio e integral en la política pública que incluya la de salud, dada la complejidad del fenómeno. Esto de manera paralela con la urgente necesidad de brindar acceso a una atención médica integral de las personas afectadas.

Palabras clave: *Trypanosomiasis americana*; epidemiología; *Triatoma dimidiata*; correlación Spearman; enfermedades tropicales desatendidas.

Abstract. This geographic study on the epidemiology of Chagas disease (CD) highlights the importance of analyzing its spatial distribution to understand its spread. Factors such as sociodemography and the environmental and economic contexts are considered to identify high-prevalence areas. Given the transmission through triatomine insects, the study also includes entomological aspects. The study focused on the state of Yucatan, hypothesizing differences at the municipal level in the distribution of populations and the socioeconomic conditions that influence new infections with *Trypanosoma cruzi*. The period studied was established based on the analysis of the official statistics available about new cases of infection with *T. cruzi* from 2003 and the entomological indicators from 2015, both until 2022. The methodology included data by municipality loaded into a geographic information system per unit of time, followed by calculating incidence and prevalence rates. The nominal municipal marginalization index was used to assess poverty dimensions. The information was integrated with socio-demographic data from Mexico's National Institute of Geography and Statistics (*Instituto Nacional de Geografía y Estadística*, INEGI) and the National Population Council (*Consejo Nacional de Población*, CONAPO). Finally, we conducted a correlation analysis applying a non-parametric test between entomological and

socio-demographic variables, estimating the interdependence of entomological and epidemiological variables and their relationship with social factors. CD is ubiquitous in Yucatán, being more prevalent in the city of Mérida and its metropolitan area, as well as in the main urban centers and surrounding municipalities with a high population density to the south and east of the state (mainly in the municipalities of Ticul and Valladolid). The temporal distribution of the triatomine insects varied seasonally, with greater detection and collection in May 2016 and 2017. A time series analysis found no relationship between epidemiological and entomological variables. The significant correlation of epidemiological variables with the number of triatomine insects indicates the medical importance of vector transmission of the parasite in Yucatán. The evidence found suggests that living conditions — the most important socioeconomic and demographic variables at the municipal level as drivers for the vector transmission of *T. cruzi* and CD — were unpaved floor in houses, percentage of illiterate population aged 15 years and older, and overcrowding in households, all of them proxies of the nominal marginalization index, which was also significantly correlated with the infection rate in humans. Similarly, the correlation analysis suggests the effect of the interaction of urbanization processes, environmental modification, and the increasing human population density on the epidemiology of CD in Yucatán. In the Discussion, we argue that urbanization might influence the exposure of people to triatomine insects and affect the social vulnerability to face the threat of *T. cruzi*, either because it affects the household space, as well as the prevention and the availability of assets and inputs related to access to comprehensive healthcare. We also discuss the marked differences in epidemiological and entomological aspects between adjacent or similar municipalities, beyond the ecological characteristics, based on differences in the operation efficacy of monitoring programs and the urban location of technical-administrative units, and the main clinical centers and laboratories of the healthcare sector in the interior of the state. The main limitations of the study were the complexity of considering poverty as a dynamic and multidimensional process and the underreporting of CD cases due to its political and institutional neglect. This study provided a first approach to answering questions about the epidemiological situation of CD as a public health problem in Yucatán and knowing its spatial distribution. Furthermore, the present study challenges the geographically focused vision of government actions, which have addressed mainly vector control, and suggests that, due to the relationship of CD with the living conditions and socio-demographic and urbanization phenomena, this issue should be understood and approached from a broader and comprehensive perspective in public policy, including health aspects, given the complexity of the phenomenon, in parallel with the urgent need to provide access to comprehensive healthcare for those affected.

Keywords: American trypanosomiasis; epidemiology; *Triatoma dimidiata*; Spearman correlation; neglected tropical diseases.

INTRODUCCIÓN

La enfermedad de Chagas (EC) es causada por el parásito *Trypanosoma cruzi*. Inicia como una infección y, sin diagnóstico oportuno, tratamiento antiparasitario y atención médica adecuada, puede evolucionar a cardiomiopatías, mega vísceras o afectaciones en el sistema nervioso (Rassi y Rassi, 2010). Más del 90% de la infección humana ocurre a través de las heces de insectos triatominos, también conocidos como chinches (Ramsey *et al.*, 2022), por lo que, junto con el comportamiento del padecimiento, los indicadores entomológicos son claves en el monitoreo (SS, 2019).

En el diagnóstico es necesario la detección del parásito. Cuando ocurre dentro de los primeros seis meses se le denomina fase aguda; posterior a ese tiempo, con o sin la presencia de daño orgánico, se le conoce como fase crónica. El tratamiento antiparasitario ofrece una mayor eficacia mientras más temprano sea el diagnóstico, además de que síntomas secundarios son inexistentes o leves (especialmente entre infantes y jóvenes) y en la etapa crónica ayuda a detener o retrasar significativamente potenciales complicaciones (Viotti, 2006). En el caso de mujeres en edad fértil, el antiparasitario elimina la posibilidad de transmisión vertical durante el embarazo y parto. Sin diagnóstico y tratamiento, del 30 al 40% de las personas infectadas desarrollarán síntomas crónicos, y, de estos, más del 90% serán cardíacos y el resto gastrointestinales (Viotti, 2006).

La EC pertenece al grupo de enfermedades tropicales desatendidas (ETD) que son de preocupación en la salud pública (Houweling *et al.*, 2016). Su mayor prevalencia entre la población está asociada a la limitada disponibilidad de recursos socioeconómicos y a la escasa voluntad política para su adecuada atención en los sistemas de salud (Houweling *et al.*, 2016). También se caracterizan por el estigma y porque los tratamientos no son de interés para su innovación farmacológica, entre otros.

Los determinantes sociales de la salud determinan la distribución de las enfermedades y la forma en que se manejan (Solar e Irwing, 2010), por lo

cual están estrechamente relacionadas con la aparición de ETD (Manderson *et al.*, 2009).

La evidencia de la relación entre la pobreza y la EC es dispersa y es menor en comparación con otras ETD (Manderson *et al.*, 2009; Houweling *et al.*, 2016). En su revisión sistemática, Houweling y colaboradores encontraron que las probabilidades de la EC son mucho mayores entre los grupos socioeconómicos más bajos, tanto en la población general, como en las mujeres embarazadas (2016, p. 15). Considerada la principal determinante estructural de la EC, la pobreza se asocia a las condiciones materiales de vida ya que afectan a factores más directamente asociados con la transmisión vectorial de *T. cruzi* (como son las características físicas de la vivienda), el acceso a salud y a los activos para hacer frente a los riesgos en salud (Fernández *et al.*, 2019; Gaspé *et al.*, 2020).

En el caso de México, un bajo estatus socioeconómico se correlacionó con la presencia doméstica de triatominos (Ramsey *et al.*, 2005) y con la seroprevalencia de anticuerpos contra *T. cruzi* (Sosa *et al.*, 2004). Además de influir en la vivienda, los estudios de factores de riesgo evidencian que el estatus socioeconómico determina las condiciones de sus espacios circundantes que pueden favorecer a triatominos (Grupo Chagas *et al.*, 2005; Hernández *et al.*, 2015; Medina *et al.*, 2010; Ramsey *et al.*, 2005; Sierra *et al.*, 2005).

Al evaluar los determinantes sociales de la salud en la EC en Argentina, Fernández y colaboradores (2019) encontraron que los hogares indígenas tenían una mayor vulnerabilidad social y su mayor positividad y disponibilidad de hospederos domésticos que tuvo efectos positivos adicionales en el riesgo para la abundancia de triatominos infectados. Así, el estatus socioeconómico incide en las condiciones de vulnerabilidad con la cual las poblaciones enfrentan el riesgo, principalmente en el ámbito rural, urbano marginal y en regiones indígenas (Forsyth, 2015; Llovet *et al.*, 2016; Martínez *et al.*, 2018).

Este artículo analiza el comportamiento epidemiológico y entomológico de la EC a nivel municipal en Yucatán, a partir de la estadística oficial disponible, y que asociamos a variables demográficas y socioeconómicas. El propósito es

aproximarnos a contestar preguntas primarias de su situación como problema de salud pública y acercarnos a conocer si existe relación entre las variables que pueden condicionar la presencia y el desarrollo de dicha parasitosis. Atendiendo la desatención política e institucional de la EC, como ETD, iniciamos con las limitaciones en su búsqueda, diagnóstico y registro en México, eje posterior en la discusión.

La desatención de la enfermedad de Chagas en México

La EC está gravemente subregistrada; suele describirse epidemiológicamente a nivel estatal, su información no es de fácil acceso y carece de amplia publicación. La limitada circulación de su estadística oficial incide de manera desfavorable en la percepción social de su impacto en la salud pública, abona a perpetuar su desatención e invisibilidad social, así como también incide en las formas de comunicar el tema.

Las diferencias entre las estimaciones de la EC como problema de salud pública con lo oficialmente reportado en las últimas décadas sugieren su marcado subregistro. Estimaciones conservadoras señalan que 1 100 000 de personas están infectadas con *T. cruzi* (PAHO, 2006); un estudio más recientemente sugiere que unos 4 000 000 de mexicanos (Arnal *et al.*, 2019). Ambas distan de lo reportado en el Anuario Estadístico de Morbimortalidad (años 1984-2021) con 16 370 casos a nivel nacional; en el año 2021 se registraron 462 nuevos casos (SS, 2023). Con respecto a la mortalidad, por la EC como causa primaria o asociada, se reportaron 20 defunciones en 2016 (Cenaprece, 2019), cuando el análisis con base en casos crónicos actuales sugiere un mínimo de 50 mil (Arnal *et al.*, 2019).

Si bien la EC es de notificación obligatoria, actualmente no existe un programa que refuerce la indagación de personas con *T. cruzi* en el primer nivel de atención pública y privada, así como en los distintos sistemas de atención médica. La vigilancia entomológica suele favorecer la búsqueda de personas infectadas a partir de exposiciones recientes al triatomino, pero se desestima el

riesgo en otros momentos de la vida.¹ Aunque se desconoce su alcance, parte de la detección de personas con *T. cruzi* en nuestro país ocurre a través del tamizaje de sangre transfusional implementado a partir del año 2012, pero personas con transfusiones recibidas anteriores a ese año no se buscan activamente por el riesgo de infección. Se estima que por esta vía ocurren 7800 casos de transmisión del parásito al año (CCINSHAE, 2017) ya que prevalencias de hasta 0.23% se han encontrado entre donadores de sangre (González-Guzmán *et al.*, 2017).

Sobre la transmisión congénita, actualmente ninguna normativa obliga al tamizaje neonatal y a la búsqueda de casos entre mujeres embarazadas residentes, actuales o previas, de zonas endémicas de transmisión de *T. cruzi*. No se ha llevado a cabo ningún estudio de seroprevalencia a nivel nacional en México entre este grupo de población,² aun cuando se estimó una seroprevalencia de 2.21% entre mujeres embarazadas (Arnal *et al.*, 2019, p. 5).

Respecto al diagnóstico, la problemática recae en lo técnico, en la falta de consideración de la EC como más frecuente y distribuida de lo que suele pensarse y en las competencias profesionales. No existe una lista publicada de pruebas aprobadas para diagnóstico en México (Ramsey *et al.*, 2022). La EC no se considera en el diagnóstico diferencial en cuadros clínicos compatibles, lo que es evidente con las tasas de prevalencia por *T. cruzi* encontradas entre distintos grupos de población, en varias regiones del país y que, aun con la presencia de

¹ Se omite la búsqueda de factores de riesgo en la historia clínica o no se sospecha de infección con *T. cruzi* a nivel primario aun cuando se consulta por la picadura de un triatomino. De la picadura, la inflamación derivada y el signo de Romaña (hinchazón de un solo ojo) son eventos centinelas potenciales de un caso agudo. No ocurre la búsqueda activa entre integrantes de la familia cuando se diagnostica un caso de la EC (Ramsey *et al.*, 2022; Cenaprece, 2019).

² En la estrategia de “ruta inversa” (PAE Chagas 2013-2018), a las mujeres embarazadas y niños menores de 16 años se les aplican pruebas diagnósticas para la evaluación de la situación de riesgo. Contempla localidades con “focos activos” o “localidades prioritarias” (PAE Chagas 2018-2014), criterios que dependen de la existencia de datos epidemiológicos y entomológicos previos. La estrategia es reciente y sus resultados no han sido evaluados ni publicados.

sus síntomas clínicos más característicos de la EC, son clasificados con otra etiología.³ Por último, las competencias del personal de salud en torno a la EC se reportaron como insuficientes (Berger *et al.*, 2018; Kasten *et al.*, 2016), y como una de las principales barreras para el acceso al tratamiento (Manne *et al.*, 2013), así como el personal de salud reportó una precariedad en pruebas de diagnóstico, electro y ecocardiogramas (Berger *et al.*, 2018; Manne *et al.*, 2013).

A las problemáticas señaladas se añade que se ha insistido en la focalización de la EC a ciertas áreas del país y, por tanto, una delimitación espacial de los esfuerzos del sector salud para su atención (Tapia-Conyer, 2006; Rojo-Medina *et al.*, 2018). A pesar de las evidencias sobre la ubicuidad territorial del riesgo humano a la infección y de las prevalencias de *T. cruzi* entre la población (Ramsey *et al.*, 2022), el actual *Programa de Prevención y Control de Enfermedades Transmitidas por Vector e Intoxicación por Veneno de Artrópodos 2020-2024* contempla solo 96 localidades en todo el país como prioritarias para acciones de prevención, vigilancia y control vectorial de la EC, 36 de ellas en el estado de Yucatán. Lo anterior desestima las transformaciones socioambientales, económicas y demográficas a partir de mediados del siglo XX como son la urbanización y la migración humana que han transformado la epidemiología de la EC, extendiendo su presencia y complejizando su transmisión (Briceño-León, 2009).

Entre los 2 a 4 millones de personas estimadas con la EC, solo una pequeña fracción es diagnosticada (Manne *et al.*, 2013; Arnal *et al.*, 2019). La mayoría con *T. cruzi* desconocen su condición, su detección suele ser tardía e incidental, principalmente a través de la donación de sangre, o esta nunca ocurre. Sin atención médica, un mínimo de 650 000 a 1.3 millones de personas desarrollaran insuficiencia cardiaca o

visceromegalia, padecimientos que ya están siendo atendidos en el sistema de salud mexicano sin que se clasifiquen como EC (Sánchez-González *et al.*, 2016).

Es así como las limitaciones en la búsqueda, diagnóstico y registro de la EC en México da una imagen poco clara de esta problemática de salud y crea desafíos para las acciones relativas a su atención. Asimismo, con efectos directos en la confiabilidad y robustez de la estadística oficial que se genera y se reporta y que son base para el conocimiento y sensibilización de los tomadores de decisiones a distintos niveles (estatal, jurisdiccional, municipal y local) para priorizar el uso de recursos limitados, proporcionar tratamientos oportunos y prevenir la enfermedad.

Lo anterior lleva a considerar con cautela el dato estadístico oficial, pero no a descartarlo, en tanto se acerca a describir la epidemiología de la EC y nos habla de los esfuerzos institucionales que hay detrás. Yucatán destaca por realizar actividades específicas en esta problemática en salud pública a nivel local, en el que el personal del sector dedica tiempo y esfuerzo independiente para generar más evidencia, muchas veces a través de la colaboración, el apoyo, el asesoramiento, las herramientas de diagnóstico y la capacitación de grupos académicos en el país (Ramsey, 2007), estos últimos con una amplia investigación biomédica en el tema (Dumonteil *et al.*, 2013). Prueba de lo anterior es que la entidad cuenta con el mayor número de “localidades prioritarias” en el PAE (2018-2014) que requieren de criterios epidemiológica y entomológica para su consideración y se ha mantenido en el cuarto lugar con mayor porcentaje de reporte de casos hacia la Federación, en relación con el total nacional.

MÉTODOS

Un enfoque geográfico es fundamental en la epidemiología de la EC, ya que permite analizar la distribución espacial de enfermedades, identificar las áreas donde es más común y entender cómo los factores sociodemográficos, ambientales, y económicos, entre otros, pueden afectar su pro-

³ Ramsey y colaboradores (2022) resumen las tasas de prevalencia: entre población menor de 6 años de 0.9 a 3%; en población adulta de 1.93% a 17.8%; en donaciones o donadores de sangre de 0.5% a 7.7%; en personas con cardiopatías dilatadas atendidas en centros hospitalarios de 14% a 81%.

pagación (Kirby *et al.*, 2017). La identificación de patrones espaciales, de factores de riesgo y la comprensión de su asociación con los aspectos geográficos, demográficos y socioeconómicos son cruciales para desarrollar y enfocar estrategias de prevención y control más efectivas para proteger la salud pública.

Dado la importancia de la transmisión a través de insectos triatominos, la propuesta de este estudio abarcó componentes entomológicos. El enfoque geográfico puede ayudar a comprender cómo las diferencias en la distribución geográfica de los insectos (Ramsey, 2007; Chippaux *et al.*, 2008), así como la relación de estos con la enfermedad y el medio ambiente, pueden afectar la incidencia, lo cual puede ser igualmente útil para diseñar estrategias de prevención y control de la transmisión vectorial de *T. cruzi*. Se partió de la hipótesis que, a nivel municipal, el estado de Yucatán presenta diferencias en la distribución de su población y en su territorio, en la marginación socioeconómica, en las características de las viviendas y en las condiciones de vida de los habitantes que las ocupan que pueden condicionar nuevas infecciones con *T. cruzi*. Para delimitar los espacios geográficos con mayor morbilidad y la distribución del riesgo de transmisión vectorial, así como analizar el comportamiento de variables asociadas se procedió como se describe.

En un primer paso, se revisó la información aportada por las dependencias oficiales de salud, a nivel federal y estatal, la misma que delimitó la temporalidad del estudio: casos humanos de infección con *T. cruzi* a partir del año 2003 al 2022 y de indicadores entomológicos del 2015 al 2022. Las variables consideradas fueron los casos nuevos de infección (sin clasificación clínica), los triatominos colectados y, de estos últimos, resultados de las pruebas de detección a *T. cruzi*: negativos, positivos y sin información. Por el escaso número de registros de mortalidad, no fue considerado en el análisis.

En un segundo paso, procedimos a la agregación de datos por municipio y, por separado, por unidad de tiempo, utilizando el día como unidad de medida para la recolección de triatominos y la semana epidemiológica para los datos relacionados con EC.

En un tercer paso, realizamos el cálculo de datos estadísticos, incluyendo la tasa de incidencia acumulada de EC (TIA) por municipio por 100 000 habitantes y la tasa de prevalencia de la infección por *T. cruzi* en triatominos. Para la TIA estimamos la población anual de cada municipio para el periodo 2015-2022. Calculamos la tasa de crecimiento anual de la población entre 2010 y 2020 utilizando datos de censos (INEGI, 2011, 2021). Posteriormente, interpolamos los valores de población de 2015 a 2019 y extrapolamos para 2021 y 2022.

Después de integrar la información tabular con una capa geoespacial de los municipios en sistemas de información geográfica (Figura 1), procedimos a la representación cartográfica de los datos y al cálculo de las densidades espaciales de *T. cruzi* y de los casos registrados durante el periodo de EC. Las superficies fueron calculadas usando el sistema de proyección universal transversal de Mercator zona 16 Norte, el cual es la más comúnmente utilizado para el Estado de Yucatán.

Como medida resumen que sintetiza múltiples dimensiones de la pobreza, empleamos el índice de marginación nominal (IMN), el cual permite diferenciar, y comparar, el impacto de las carencias estructurales que padece la población a nivel municipal (CONAPO). Fusionamos entonces la información previamente obtenida con la base de datos del IMN y de indicadores sociodemográficos (Cortés y Vargas, 2011) pero este trabajo se concentra en las mediciones municipales elaborados por la CONAPO a partir de los datos obtenidos del censo del INEGI en 2020. Esta base proporciona información de población total, porcentaje de población analfabeta de 15 años o más, porcentaje de población de 15 años o más sin educación básica, porcentaje de ocupantes en viviendas particulares habitadas sin drenaje ni excusado, porcentaje de ocupantes en viviendas particulares habitadas sin energía eléctrica, porcentaje de ocupantes en viviendas particulares habitadas sin agua entubada, porcentaje de ocupantes en viviendas particulares habitadas con piso de tierra, porcentaje de viviendas particulares con hacinamiento, porcentaje de población que vive en localidades menores a 5000 habitantes, porcentaje

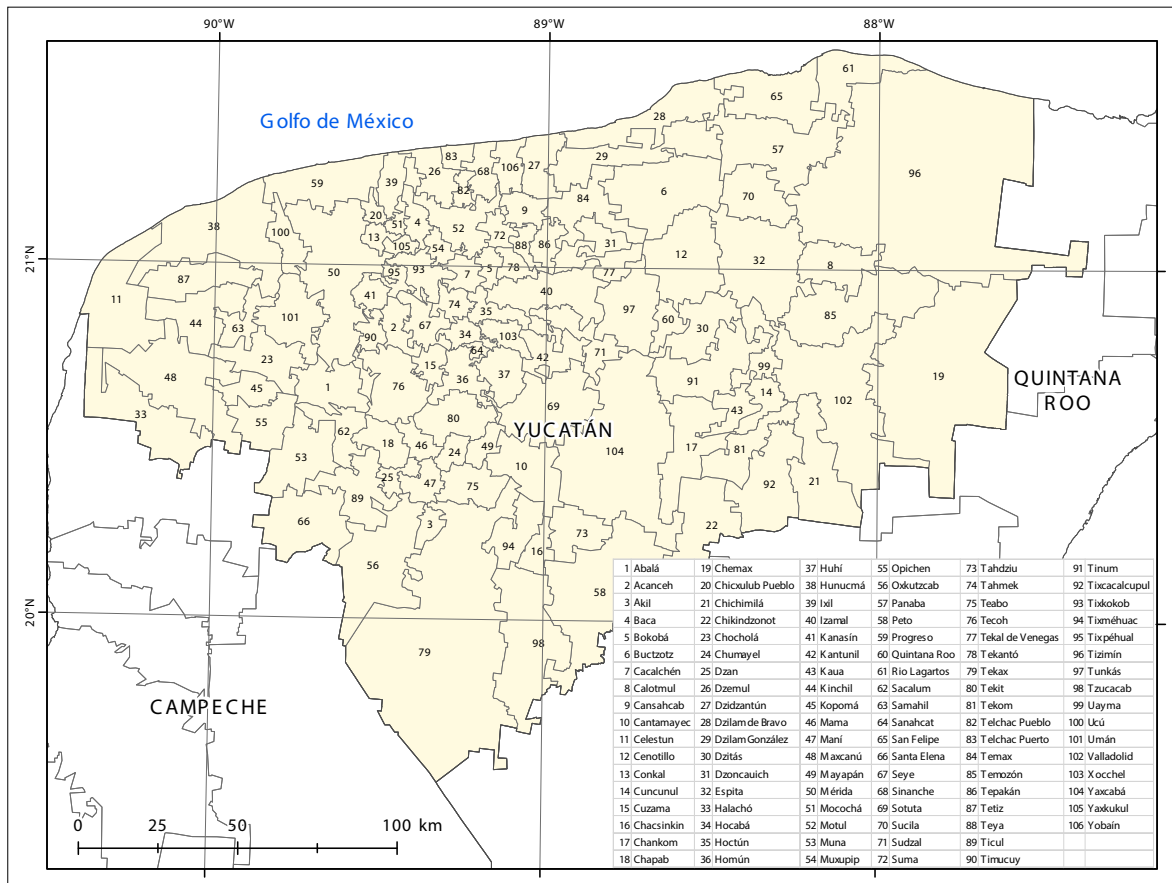


Figura 1. Municipios de Yucatán. Fuente: Marco Geostadístico Nacional (INEGI 2020).

de población ocupada con ingresos de hasta 2 salarios mínimos, índice de marginación en 2020, grado de marginación en 2020 (información no numérica) e índice de marginación normalizado en 2020.

Finalmente, se examinaron las relaciones entre las diferentes variables epidemiológicas, entomológicas y sociodemográficas mediante correlaciones de Spearman (Choi *et al.*, 2019). No se presentan las correlaciones de todas las variables en resultados ya que algunas no guardan relación con la EC o están altamente correlacionadas con otras variables incluidas. Prestamos especial atención a variables que han sido reportadas en la literatura como factores de riesgo para transmisión vectorial y a la prevalencia de *T. cruzi* entre distintos grupos de población. Para evaluar la significancia

de las correlaciones, calculamos los valores de *p* relativos a la hipótesis nula (Murtaugh, 2014), considerando un límite a 0.1, es decir, 90% de significancia.

RESULTADOS

De los 106 municipios de Yucatán, en nueve no se contó con ningún reporte ni epidemiológico ni entomológico: Celestún, Dzemul, Dzidzantún, Ixil, Kopomá, Río Lagartos, Samahil, San Felipe, y Suma (Figura 1). En tres no se reportó presencia de triatomíneos, pero sí de casos humanos: Chocholá, Mama, y Tekal de Venegas. La ausencia de casos humanos, sin el reporte de triatomíneos, fue el caso de trece municipalidades: Baca, Cacalchén, Can-

sahcab, Cenotillo, Cuncunul, Chicxulub Pueblo, Mochochá, Opichén, Sinanché, Telchac Puerto, Tepakán, Xocchel y Yaxkukul. En 22 municipios, la mayoría costeros, no se reportó ningún caso de infección humana.

Indicadores epidemiológicos

El total acumulado de nuevos casos de EC en el periodo fue de 1230, lo que correspondió al 10% de lo reportado a nivel nacional.⁴ Esta variable

⁴ La clasificación clínica de los casos nuevos: Enfermedad de Chagas, Temporalidad del 2003-2016, con 928 para Yucatán. *Trypanosomiasis americana* (enfermedad de Chagas): Aguda (2017): 1, Crónica (2017): 79, Crónica (2018): 59, Crónica (2019): 34, Crónica (2020): 48, Crónica (2021): 39, Crónica (2022): 42.

fue mayor en Mérida, Valladolid, Ticul y Tizimín (Figura 2), donde se ubican los principales centros urbanos de la entidad.

Valores heterogéneos de TIA se distribuyen en el territorio yucateco, con cierta concentración hacia el sur y sureste; los valores más altos fueron para los municipios de Mamá, Maní y Tekom (Figura 3). El municipio de Ticul registró tanto un alto acumulado de casos, como una tasa alta de morbilidad (Figura 3).

Indicadores entomológicos del riesgo

La información entomológica derivó de 2518 colectas que abarcaron desde un espécimen hasta 48: machos, hembras y en las distintas fases de crecimiento. Del total de colectas, el 29% se realizaron al interior de las viviendas y 69% a

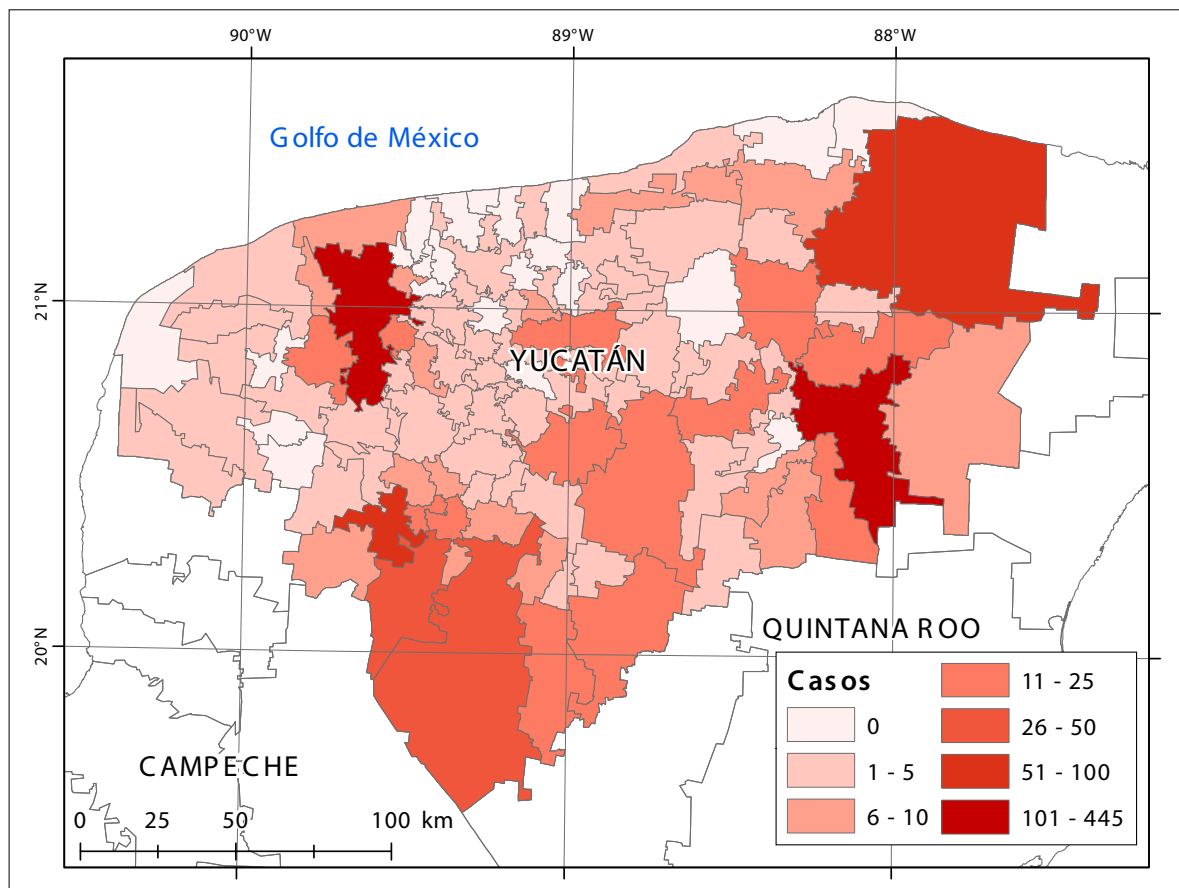


Figura 2. Distribución del acumulado de casos nuevos de EC a nivel municipal en Yucatán. Fuente: Marco Geoestadístico Nacional (INEGI 2020), Servicios Estatales de Salud de Yucatán y Secretaría de Salud.

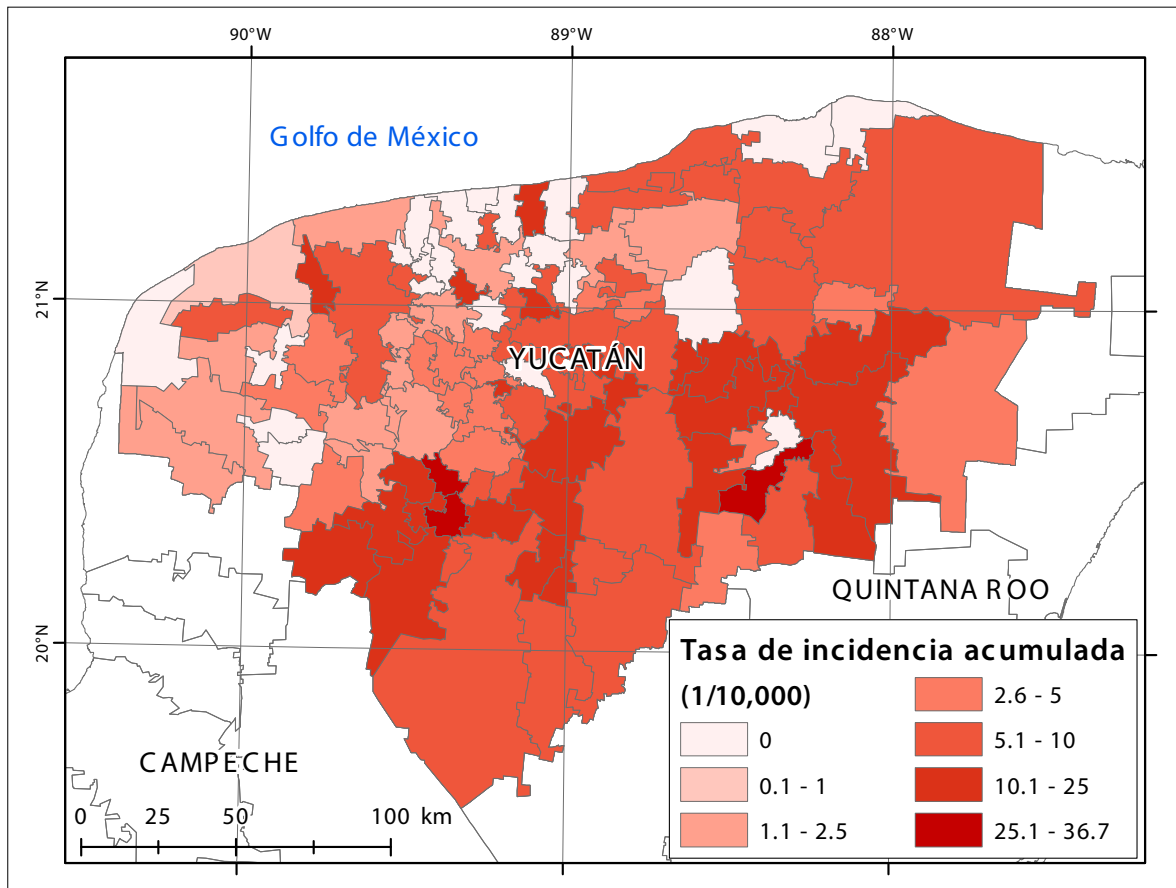


Figura 3. Distribución de la tasa de incidencia acumulada de EC entre la población a nivel municipal en Yucatán. Fuente: Marco Geoestadístico Nacional (INEGI 2020), Servicios Estatales de Salud de Yucatán y Secretaría de Salud.

su alrededor: corrales, gallineros, montículos de piedra, leña, etc.⁵

En 94 municipios se reportó la especie *Triatoma dimidiata* (Figura 4), principal vector en la región (Gamboa-León *et al.*, 2014). Similar a los casos humanos, se observa una menor presencia de triatomos hacia la costa.

El número de triatomos colectados fue mayor en los municipios de Mérida, Valladolid y Ticul (Figura 5). Con un total de 7255 especímenes

registrados, los resultados coproparasitológicos fueron.⁶

La tasa de prevalencia de *T. cruzi* en triatomos es variable (Figura 5). Se observa menor hacia el cono sur con respecto al noroeste del estado. Altas tasas se observan para Mérida, su zona metropolitana y municipios circunvecinos. Hacia el sur y este de la entidad se observan dos agrupaciones de municipios con valores de prevalencia medios que son similares y que coinciden con los centros

⁵ El porcentaje restante refiere a otros tipos de espacio cuyo uso no corresponde al doméstico, como oficinas, escuelas y unidades médicas, con un 0.5% de las colectas y el 1.2% de las mismas no especificaba información relativo al sitio de colecta.

⁶ Consiste en la revisión al microscopio de las excretas para la búsqueda del parásito de *T. cruzi*. De entre el total de los especímenes de triatoma colectados, se realiza entre aquellos que presentan condiciones adecuadas para su extracción de sus excretas.

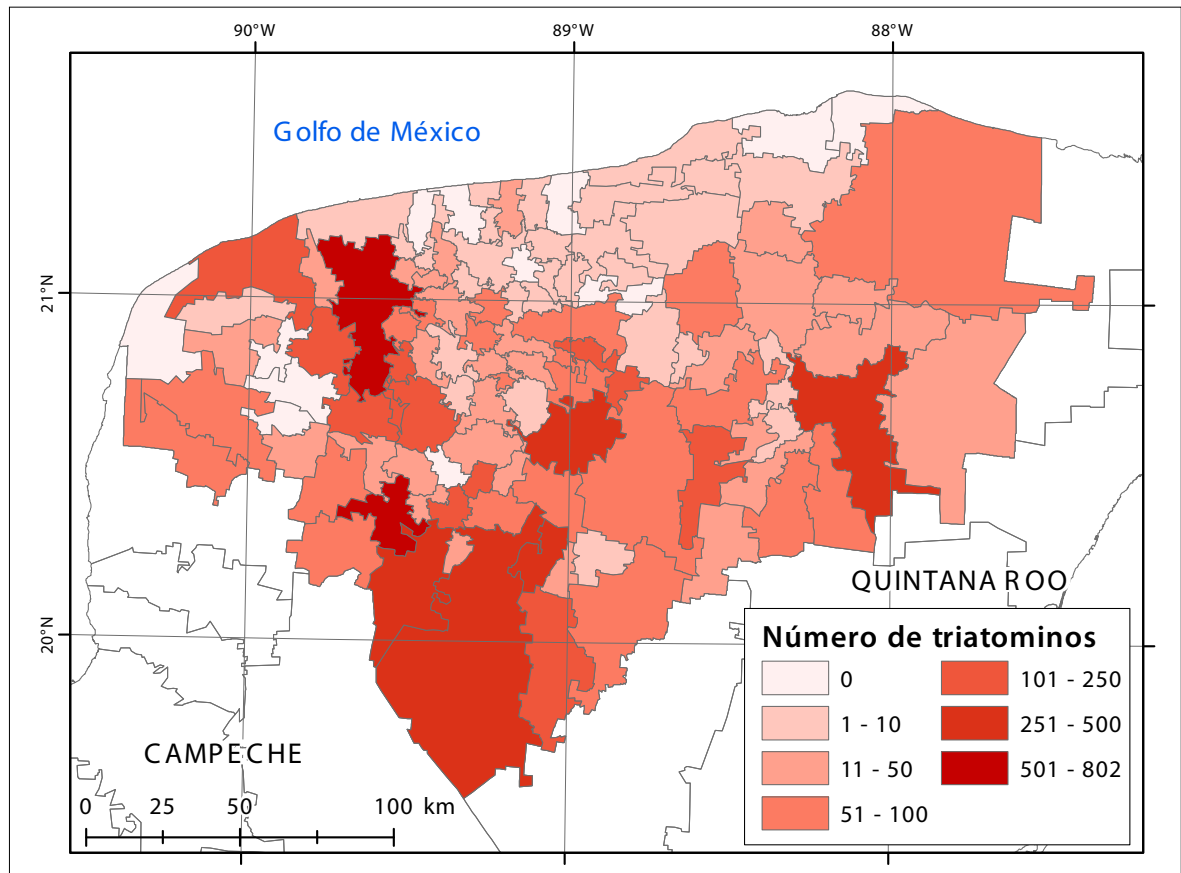


Figura 4. Distribución municipal del total acumulado de especies de triatominos colectados en Yucatán. Fuente: Marco Geoestadístico Nacional (INEGI 2020), Servicios Estatales de Salud de Yucatán y Secretaría de Salud.

Cuadro 1. Colectas de triatominos y su estatus de infección con *T. cruzi*.

Año	#Colectas	Total de especímenes	#Positivos	#Negativos	Sin información	% infectados
2015	431	1158	106	800	252	9.2%
2016	476	2064	195	1381	488	9.4%
2017	528	2059	157	1397	505	7.6%
2018	234	574	63	377	134	11%
2019	406	674	76	502	96	11%
2020	125	222	27	172	23	12%
2021	125	220	28	166	26	12.7%
2022	193	284	68	202	14	24%
Total	2518	7255	720	4997	1538	9.9%

Fuente: Servicios Estatales de Salud de Yucatán.

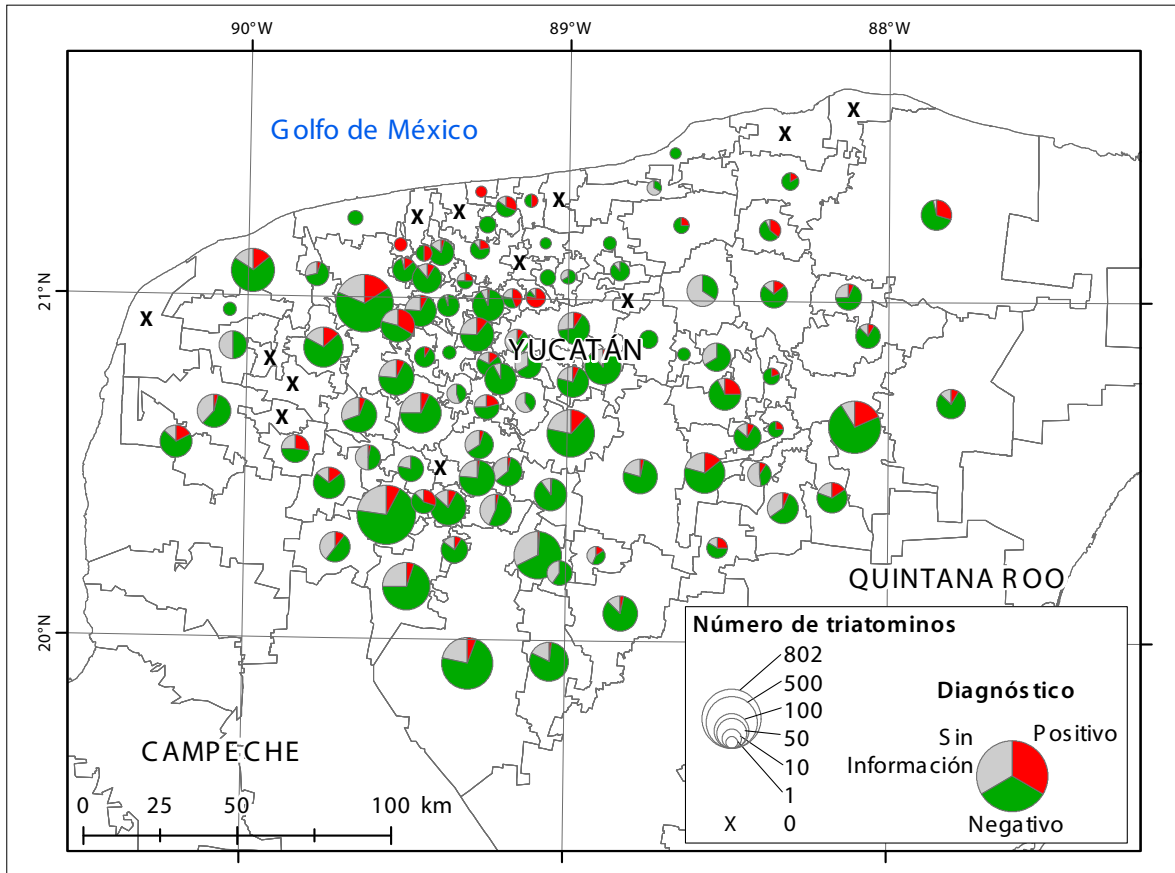


Figura 5. Distribución espacial del acumulado de triatominos colectados encontrados positivos a *T. cruzi*. Fuente: Servicios Estatales de Salud de Yucatán.

urbanos de Ticul y Valladolid, y los municipios circunvecinos de cada uno. Valores extremadamente altos, como el caso de Telchac Puerto, no fueron significativos por tratarse de un solo caso encontrado positivo.

Análisis de series de tiempo

La variable de casos de la EC mostró una distribución errática: en 2011 se reporta el mayor número de casos y en 2019 el menor (Figura 6). La distribución de los triatominos colectados a lo largo del periodo fue mayor durante los años 2016 y 2017, que concentran el 56.8% del total, disminuyendo en los años posteriores hasta su mínimo en 2021 y 2022, coincidentes con la pandemia de Covid-19 y el submuestreo que puede estar relacionado con ella. La colecta de triatominos es generalmente mayor

en primavera y principios del verano: la detección y colecta fue mayor en los meses de mayo de 2016 y 2017. En estos mismos dos años existe cierta coincidencia entre variables epidemiológicas y entomológicas. Hacia el año 2021 ocurre un repunte de casos humanos, pero no así con los triatominos.

Correlaciones de Spearman

Las correlaciones positivas más significativas son entre casos humanos y TIA con los triatominos totales (Cuadro 2), independiente del estatus de infección en los insectos (por tratarse de variable altamente correlacionada). La baja importancia de la presencia del parásito en los insectos se apoya por la baja correlación entre la prevalencia de infección en triatominos con casos humanos y su correlación negativa con TIA.

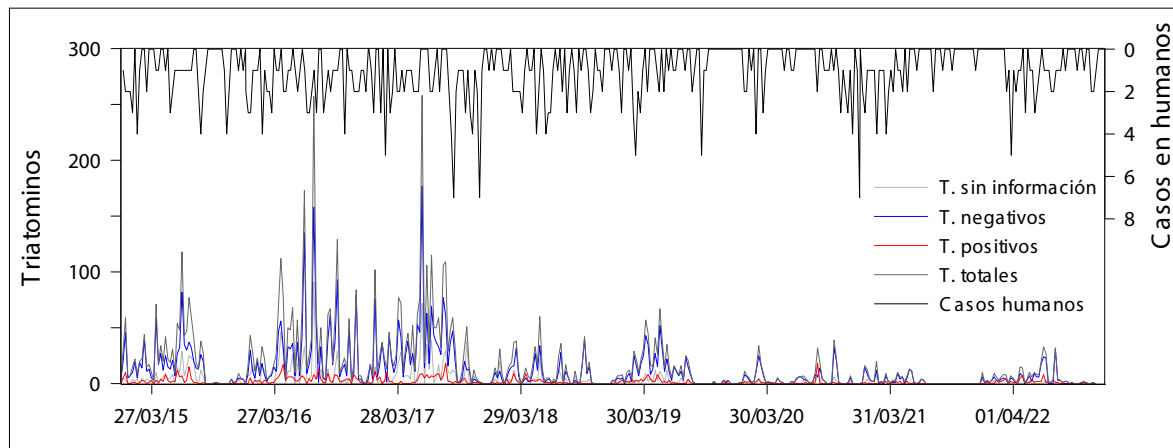


Figura 6. Distribución temporal de los triatominos colectados y de casos nuevos en humanos durante el periodo de 2015-2022. Fuente: Servicios Estatales de Salud de Yucatán y Secretaría de Salud.

Cuadro 2. Valores de correlación de Spearman entre tasa de incidencia y acumulado de casos humanos, acumulado de triatominos, triatominos no infectados, triatominos positivos a *T. cruzi* y prevalencia de infección.

	TIA	Casos humanos	Prevalencia en Triat.	Triat. Total	Triat. Positivo	Triat. Negativo
Triat. Negativo	0.35**	0.55**	-0.02	0.99**	0.73**	1**
Triat. Positivo	0.24*	0.51**	0.63**	0.76**	1**	0.73**
Triat. Total	0.34**	0.54**	0.04	1**	0.76**	0.99**
Prevalencia en Triat.	-0.02	0.13	1**	0.04	0.63**	-0.02
Casos humanos	0.75**	1**	0.13	0.54**	0.51**	0.55**
TIA	1**	0.75**	-0.02	0.34**	0.24*	0.35**

Triat. Negativo, Triatominos con resultado negativo a *T. cruzi*; Triat. Positivo, Triatominos con resultado positivo a *T. cruzi*; Triat. Total, Cantidad acumulada de triatominos; Prevalencia en Triat., prevalencia de infección en triatominos; Casos humanos, Total acumulado de casos humanos nuevos de infección.

** $p < 0.01$, * $p < 0.10$ (Valor de significancia o valor p).

Fuente: Marco Geoestadístico Nacional (INEGI 2020), Servicios Estatales de Salud de Yucatán y Secretaría de Salud.

Los triatominos totales se correlacionaron de manera significativa con el IMN (2020), así como con sus diferentes indicadores socioeconómicos y demográficos, principalmente el Porcentaje de viviendas particulares con hacinamiento (VHAC), el Porcentaje de ocupantes en viviendas particulares habitadas con piso de tierra (OVPT), con el mayor nivel de significancia, y con el Porcentaje de población analfabeta de 15 años o más (ANALF)

(Cuadro 3). Consistente con la correlación entre las variables epidemiológicas y los triatominos totales del Cuadro 2, el acumulado de casos humanos y la TIA se correlacionó con la densidad de triatominos, sugiriendo que a una mayor cantidad de insectos el riesgo a la infección y la presencia de casos de la EC entre la población humana es igualmente mayor.

La TIA y los casos acumulados se correlacionaron de manera significativa con el IMN_2020, así

Cuadro 3. Valores de correlación de Spearman entre variables epidemiológicas, entomológicas y sociodemográficas.

	Dens. Triat.	Dens. Triat. Pos.	IMN 2020	ANALF	OVPT	VHAC	PO2SM	Dens. Pob. 2020	T.C. Pob.
Triat. Negativo	0.84**	0.57**	-0.21*	0.23*	0.30**	0.36**	-0.05	0.21*	0.22*
Triat. Positivo	0.63**	0.89**	-0.05	0.11	0.23*	0.22*	-0.11	0.28**	0.22*
Triat. Total	0.86**	0.62**	-0.21*	0.23*	0.29**	0.35**	-0.06	0.21*	0.21*
Prevalencia en Triat.	0.03	0.69*	0.16	-0.08	0.02	-0.02	-0.09	0.16	0.12
Casos humanos	0.34*	0.32*	-0.14	0.26*	0.40*	0.36*	-0.01	0.15	0.35*
TIA	0.30*	0.17**	-0.40*	0.44*	0.38*	0.40*	0.31*	-0.14	0.13

IMN_2020, Índice de marginación normalizado, 2020; PO2SM, Porcentaje de población ocupada con ingresos de hasta 2 salarios mínimos; Dens. Pob. 2020, Densidad poblacional en 2020; T.C. Pb., Tasa de crecimiento poblacional.

** $p < 0.01$, * $p < 0.10$ (Valor de significancia o valor p).

Fuente: Marco Geoestadístico Nacional (INEGI 2020), Servicios Estatales de Salud de Yucatán y Secretaría de Salud.

como sus diferentes proxis, principalmente entre las variables epidemiológicas con ANALF. La TIA, pero no la variable de casos humanos, fue encontrada en correlación con el PO2SM. También, la correlación consistente entre los triatomos totales con las variables de Dens. Pob. 2020 y a la tasa de crecimiento poblacional puede sugerir cambios en la presencia de los vectores en el espacio doméstico.

DISCUSIÓN

Esta investigación localizó y cartografió los municipios del estado de Yucatán donde más se han presentado casos de EC entre la población, las mayores TIA y un mayor riesgo a la trasmisión vectorial. Se halló evidencia que correlaciona los valores epidemiológicos y entomológicos con índices e indicadores socioeconómicos y demográficos que permite acercarnos a proporcionar información clave que guíe las acciones específicas en el control de triatomos, en la detección de casos y en la atención integral de las personas con la EC. Hasta donde sabemos, este enfoque geográfico en salud a nivel municipal con estadística histórica oficial no se ha realizado respecto a la EC en México.

Las correlaciones encontradas significativas son consistentes con lo reportado por estudios de

factores de riesgo asociados a la transmisión vectorial y a la infección humana con *T. cruzi*. El piso de tierra de vivienda se asoció a la infección entre población rural en Veracruz (Grupo de Estudio sobre la EC *et al.*, 2005) y entre niños menores de 15 años en Venezuela (Feliciangeli *et al.*, 2007). También, aumentó probabilidad doméstica de triatomos en el Estado de México (Medina *et al.*, 2010) y en Guatemala (Bustamante *et al.* 2014). Los materiales rústicos, naturales o precarios de las paredes y techo como favorables al vector por la cantidad y variabilidad de sitios de refugio que les ofrece; esta arquitectura suele acompañarse de pisos de tierra. Por otro lado, la correlación entre el piso de tierra con la TIA, con los casos humanos y con triatomos totales en el caso de Yucatán nos indica que, aunque el porcentaje de pisos de tierra puede ser de menor en comparación con otros materiales de construcción, cuando existe se debe sospechar de la presencia de triatomos.

A diferencia de considerar el número de años escolarizados como variable educativa, en nuestro estudio fue el porcentaje de población analfabeta de 15 años o más la de mayor correlación significativa (a diferencia de los años escolarizados en población de 15 años o más, dato que no se muestra). Menos de cinco años escolarizados o la escuela primaria incompleta se encontró asociado a la presencia

de *T. cruzi* en donadores de sangre en Veracruz (Hernández *et al.*, 2015), entre madres infectadas en Yucatán y en El Salvador (Gamboa *et al.*, 2014; Sasagawa *et al.*, 2015).

Respecto al hacinamiento, a mayor número de personas en la vivienda resulta en una mayor atracción de los triatomíneos ya que pueden encontrar un mayor número de fuentes de alimentación. La concurrencia de infección con *T. cruzi* en algún miembro del núcleo familiar y la presencia de triatomíneos puede aumentar el riesgo vectorial hacia el resto de la familia con quien se convive en cercanía. Como parte integral en la elaboración de un índice de vulnerabilidad social, el hacinamiento fue relevante para la presencia de triatomíneos en Argentina (Gaspé *et al.*, 2015; Fernández *et al.*, 2019) y como factor de riesgo entre pacientes con cardiomiopatía chagásica (Sierra-Johnson *et al.*, 2005).

En México, dos estudios exploraron el efecto de la desigualdad social en la epidemiología de la EC. En Cuernavaca, la población que reside en áreas geográficas de estratos socioeconómicos bajos tuvo una probabilidad de infección con *T. cruzi* de dos a tres veces mayor en comparación con los más altos (Ramsey, *et al.* 2005). También, la prevalencia del parásito fue mayor entre los integrantes de hogares en pobreza extrema beneficiados con programas de ayuda social en un municipio de Puebla (Sosa-Jurado *et al.*, 2004).

La concurrencia entre valores altos epidemiológicos y el riesgo entomológico en Mérida, Valladolid y Ticul, sus áreas metropolitanas y municipios circunvecinos, con la densidad de población (año 2020), la tasa de crecimiento de población y con los triatomíneos totales (Cuadro 3) sugiere el efecto de la interacción de procesos de urbanización, como la modificación ambiental y el aumento de la densificación demográfica de la población. La urbanización podría modificar las condiciones de exposición de las personas a los triatomíneos, así como incidir en la vulnerabilidad social para hacer frente a la amenaza de *T. cruzi*.

El crecimiento de los centros de población humana requiere de mayores y más densos espacios residenciales, de actividades económicas que sustenten a la población y que les brinden empleo, así como la dotación de servicios (camino, in-

fraestructura en salud y educación, etc.). Dada la deforestación, la fragmentación, la modificación y la diversificación del paisaje las interacciones ecológicas entre los triatomíneos, el parásito que transmiten y los animales, que son sus fuentes de alimento de los primeros, se modifica (Briceño, 2009). Ante estos cambios, los triatomíneos tienen una alta capacidad de adaptación y de dispersión pudiendo aumentar sus poblaciones, incrementar su movilidad hacia áreas residenciales y extender su búsqueda de alimento entre una población humana asentada y demográficamente densa (Rebollar *et al.*, 2009; Texeira *et al.*, 2009).

Los centros de población urbana y periurbana se asientan y continúan expandiéndose sobre los hábitats del vector, el parásito y los animales, fenómeno que ha complejizado la epidemiología de la EC. De considerarse una parasitosis exclusivamente rural, asociada a la pobreza y marginación de la población con precarias condiciones materiales de vida, a partir de mediados del siglo XX se ha transformado en un fenómeno urbano y global por la migración humana (Briceño, 2009). La transmisión vectorial de *T. cruzi* se ha reportado en varias ciudades de nuestro país (Ramsey *et al.*, 2005; Ochoa *et al.*, 2023) y en la ciudad de Mérida, donde se evidenció la transmisión local del parásito (Guzmán *et al.*, 2007).

Al aumento de la densificación poblacional en las ciudades de Yucatán y sus áreas metropolitanas debe considerarse la migración del interior del estado, nacional e internacional. Los movimientos poblacionales rural-urbano, a partir de la pauperización del campo en el siglo XX, reconfiguró las características sociodemográficas en nuestro país y de Yucatán al aumentar la población urbana. En las últimas décadas la entidad ha emergido como polo de atracción y de destino para migrantes que provienen de zonas endémicas de *T. cruzi* del interior del país y otros países latinoamericanos, que migran hacia el norte, potencialmente portadores de la infección y que encuentran asiento en Yucatán (Gobierno de México, 2022; Connors *et al.*, 2017). En estos nuevos escenarios de transmisión congénita y transfusional toman mayor relevancia, como ocurre en contextos migratorios de Estados Unidos y Europa.

A partir del análisis geográfico observamos que la distribución de las variables entomológicas y epidemiológicas en Yucatán es ubicua y heterogénea, acentuada hacia el sur-sureste del estado. Las marcadas diferencias intermunicipales en la distribución de triatominos, de los casos humanos e infección por *T. cruzi* sugirieron nuevas interrogantes y la búsqueda de sus posibles explicaciones. En parte, puede relacionarse con las características ecológicas, como se observa en las áreas costeras, no favorables para los triatominos y en las cuales hay escasos reportes.

Sin embargo, encontramos municipios que son continuos, similares o comparten características socioambientales y demográficas, pero con marcadas diferencias en los valores epidemiológicos y entomológicos. El caso de Mamá (Figura 1) ilustra esta observación: sin registro de triatominos, pero con 10 casos humanos de la EC. Rodeado por municipios de Tecoh (186 triatominos, 4 casos), Chumayel (106 triatominos, 3 casos) y Maní (166 triatominos y 20 casos).

Al respecto argumentamos las limitaciones en la búsqueda, diagnóstico y registro de los casos de la EC, comentados en la introducción, que puede ser mayor en ciertos lugares y que daría cuenta de las diferencias intermunicipales, incluso entre municipios continuos que guardan similitudes. Esto abarcaría la operatividad de los programas, es decir, de las diferencias, entre municipios, en el muestro y el esfuerzo de trabajo por parte del personal de salud en la vigilancia entomológica, así como en la búsqueda, diagnóstico y registro de casos humanos de la EC. Los mapas de la distribución del número de triatominos y de los casos acumulados humanos muestran una mayor concentración de estos valores en los centros urbanos principales del estado (Mérida, Ticul y Valladolid), donde se ubican las jurisdicciones sanitarias de la Secretaría de Salud. Además de la mayor visibilidad social de los esfuerzos operativos de las respectivas jurisdicciones en torno a la EC, estos municipios concentran una población urbana importante de mayor nivel educativo, con acceso a medio digitales, capital social y político –en comparación con áreas rurales, apartadas y menos conectadas– que podría incidir tanto en un mayor conocimiento social del pade-

cimiento, en un mayor reporte de triatominos y en una mayor demanda de intervenciones del programa de vectores de la EC (búsqueda intencionada y control químico). En Yucatán, este personal atiende los incidentes de exposición/picadura del vector entre la población que así lo reporta, así como la búsqueda y canalización al interior del sistema de salud de donadores de sangre con pruebas rápidas positivas a *T. cruzi*, informados por parte del banco de sangre.

También, los centros urbanos concentran infraestructura hospitalaria, como laboratorios para toma de muestra y unidades médicas del primer al tercer nivel de atención que facilita a las personas que viven en o cerca a seguir el proceso de diagnóstico. La residencia rural de las personas con la EC, concomitante a la concentración urbana de la infraestructura en salud en países como Bolivia, Colombia y Argentina, es una de las principales barreras en el diagnóstico y acceso al tratamiento entre los pacientes (Forsyth, 2015; Martínez, *et al.*, 2018; Llovet, *et al.*, 2016).

Una de las principales limitaciones del estudio fue la dificultad de considerar la pobreza, principal determinante estructural de la EC, como un proceso dinámico y multidimensional en contraposición a la mera falta de recursos y en concomitancia con la vulnerabilidad social (Fernández *et al.*, 2019; Gaspé *et al.*, 2020). En estos trabajos se elaboró un índice de vulnerabilidad social a partir de las múltiples estructuras interrelacionadas y determinantes intermedios asociados con la posición socioeconómica de los individuos y grupos. Lo que evalúa de manera integrada, y a través de variables más directamente cercanas, las múltiples dimensiones de la relación de la transmisión vectorial del parásito *T. cruzi* con la pobreza (Fernández *et al.*, 2019; Gaspé *et al.*, 2020). En nuestro trabajo, las desigualdades socioeconómicas las consideramos utilizando medidas resumen a nivel municipal, como el IMN, y de indicadores sustitutos como el nivel educativo y la propiedad de bienes por parte de los hogares, que capturan parcialmente la complejidad total de la pobreza y de la dinámica con los fenómenos a nivel municipal.

Otra limitación fue el subregistro de casos de la EC dada las limitaciones en la búsqueda, diag-

nóstico y registro que derivan de su desatención política, social y gubernamental en nuestro país, y sugiere que su prevalencia entre la población debería ser mayor. Aunado al curso silencioso de la enfermedad, por las omisiones, ineficiencias y fallas en el diagnóstico es muy probable que la fracción de casos detectados se haga cuando han pasado varios años, incluso décadas, del momento de la infección. Esto es relevante en nuestro modelaje de series de tiempo en tanto la temporalidad del caso es la de su reporte y notificación al interior del sistema de vigilancia, con probables implicaciones en el cálculo de la tasa de infección acumulada o prevalencias. Similar ocurre con la clasificación etiológica de la EC en la estadística de morbilidad y de mortalidad asociada.

CONCLUSIONES

A partir del enfoque geográfico en salud, este trabajo se aproximó a contestar preguntas primarias de la situación epidemiológica de la EC como problema de salud pública en el estado de Yucatán y permitió conocer su distribución espacial en el área de estudio. La alta correlación del número de triatominos con las variables epidemiológicas señala la persistencia e importancia médica de la transmisión vectorial.

La incidencia de la EC fue encontrada mayor particularmente en el sur y sur-este del estado, los valores más altos fueron para los municipios de Mamá, Maní y Tekom. El municipio de Ticul registró tanto un alto acumulado de casos, como una tasa alta de morbilidad. De hecho, las zonas urbanas más grandes que registran un mayor número de casos de EC tienden a tener una TIA menor a los otros municipios de su región. La excepción es Mérida por la fuerte migración que recibe de otras zonas con transmisión de *T. cruzi*. Al contrario, la mayor parte de los municipios costeros tuvieron bajas incidencias.

La mayor parte de colecta de triatominos se encontró en los municipios en las que ubican las jurisdicciones sanitarias que son unidades técnico-administrativas del sector salud en el estado. También son los municipios que tienen mayor

población por lo cual es más fácil la detección de los triatominos a las autoridades: Mérida, Valladolid y Ticul. Además de estos tres municipios la zona sur del estado presenta igualmente valores de colecta altos.

La evidencia sugiere que las condiciones materiales de vida, las sociodemográficas y el fenómeno de urbanización como factores intermediarios a la exposición al vector y a la EC debe apuntar a su inclusión en abordajes integrales en política en salud pública. La misma que resarza de manera urgente la desatención institucional de la EC en la búsqueda, registro y diagnóstico de las personas con la infección de *T. cruzi*, así como también garantizar el derecho humano a una atención médica integral de las personas afectadas.

REFERENCIAS

- Arnal, A., Waleckx, E., Rico-Chávez, O., Herrera, H., y Dumonteil, E. (2019). Estimating the current burden of Chagas disease in Mexico: A systematic review and meta-analysis of epidemiological surveys from 2006 to 2017. *PLoS Neglected Tropical Disease*, 13(4):e0006859. <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0006859>
- Berger, B., Barlett, A., Jiménez-Hernández, R., Trinidad-Vázquez, E., y Galindo-Sevilla, N. (2018). Physician knowledge, attitude, and practices related to Chagas disease in Tabasco, Mexico. *American Journal of Tropical Medicine & Hygiene*, 98(6), 1743-7147. <https://www.ajtmh.org/view/journals/tpmd/98/6/article-p1743.xml>
- Briceño-León, R. (2009). Chagas disease in the Americas: and ecohealth perspective. *Cadernos de Saúde Pública*, 25(Sup1), S71-S82.
- Bustamante, D., De Urioste-Stone, S., Juárez J.G y P. Pennington. (2014). Ecological, social and biological risk factor for continued *Trypanosoma cruzi* transmission by *Triatoma dimidiata* in Guatemala. *PLoS One*, 29(8): e104599 <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0104599>
- Chippaux, J., Postigo, J., Santalla, J., Schneider, D., y Brutus, L. (2008). Epidemiological evaluation of Chagas disease in a rural area of southern Bolivia. *Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine & Hygiene*, 102(6), 578-84. doi: <https://10.1016/j.trstmh.2008.03.008>
- Choi, P., Tschärke, B., Samanipour, S., Hall, W., Gartner, C., Mueller, J.,... y O'Brien, J. (2019). Social,

- demographic, and economic correlates of food and chemical consumption measured by wastewater-based epidemiology. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 116(43), 21864–21873. <https://doi.org/10.1073/pnas.1910242116>
- Comisión Coordinadora de los Institutos Nacionales de Salud y Hospitales de Alta Especialidad, Programa de Acción Específica Seguridad de la Sangre y de las Células Troncales (2017). <https://www.gob.mx/cnts/documentos/programa-anual-especifico-2012-2018-pae>.
- Connors, E., Ordoñez, T., Cordon-Rosales, C., Casanueva, C., Miranda, S., y Brouwer, K. (2017). Chagas Disease Infection among Migrants at the Mexico/Guatemala Border. *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, 97(4), 1134–1140. doi: <https://doi.org/10.4269/ajtmh.16-0777>
- Cenaprece. (2019). Manual de Procedimientos para la Enfermedad de Chagas en México. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/447946/Manual_de_Procedimientos_para_la_Enfermedad_de_Chagas_en_Mexico.pdf
- Cortés, F., y Vargas, D. (2011). Marginación en México a través del tiempo: a propósito del índice de Conapo. *Estudios Sociológicos*, 86, 361–387. <https://doi.org/10.24201/es.2011v29n86.228>
- Dumonteil, E., Rosado-Vallado, M., y Zavala-Castro J. E. (2013). Pioneering neglected disease research in southern Mexico at the “Dr. Hideyo Noguchi” regional research center. *PLoS Neglected Tropical Diseases*, 7(11), <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0002530>
- Feliciangeli, M., Sánchez-Martín, M., Suárez, B., Marreiro, R., Torrellas, A., Bravo, A., y Rangel, R. (2007b). Risk factors for *Trypanosoma cruzi* human infection in Barinas state, Venezuela. *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, 76(5), 915–921. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17488916/>
- Fernández, M. P., Gaspe, M., y Gürtler, R. (2019). Inequalities in the social determinants of health and Chagas disease transmission risk in indigenous and creole households in the Argentine Chaco. *Parasites Vectors*, 12, 184 <https://doi.org/10.1186/s13071-019-3444-5>
- Forsyth C. (2015). Controlled but not cured: Structural processes and explanatory models of Chagas disease in tropical Bolivia. *Social Science & Medicine*, 145, 7–16. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0277953615301246>
- Gamboa-León, R., Ramírez-González, C., Pacheco-Tucuch, F., O’Shea, M., Rosecrans, Pippit, J., Dumonteil, E., y Buekens, P. (2014). Seroprevalence of *Trypanosoma cruzi* among mothers and children in rural Mayan communities and associated reproductive outcomes. *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, 91, 348–353, <https://www.ajtmh.org/view/journals/tpmd/91/2/article-p348.xml>
- Gaspe, M., Provecho, Y., Cardinal, M., Fernández, M., y Gürtler, R. (2015). Ecological and sociodemographic determinants of house infestation by *Triatoma infestans* in indigenous communities of the Argentine Chaco. *PLoS Neglected Tropical Disease*, 9(3), e0003614. <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0003614>
- Gobierno de México. (2022). Diagnóstico de la movilidad humana en Yucatán. https://portales.segob.gob.mx/work/models/PoliticaMigratoria/CPM/foros_regionales/estados/sur/info_diag_F_sur/diag_yucatan.pdf
- González-Guzmán, S., Paredes-Cervantes, V., Bagu, E., Crescencio-Trujillo, J., Guerra-Marquez, Á., Rivas, N.,... y González-Cano, P. (2017). Seroprevalence and geographical distribution of sero-positive blood donors to *Trypanosoma cruzi* at the central blood bank of the National Medical Center “La Raza”. *Revista de la Sociedad Brasileña de Medicina Tropical*, 50, 839–842. <https://doi.org/10.1590/0037-8682-0512-2016>
- Grupo de estudio sobre la enfermedad de Chagas, Segura, E., y Escobar-Mesa, A. (2005). Epidemiología de la enfermedad de Chagas en el estado de Veracruz. *Salud Pública de México*, 47(3), 201–208. <https://saludpublica.mx/index.php/spm/article/view/6610>
- Guzmán-Tapia, Y., Ramírez-Sierra, M.J., Dumonteil E. (2007). Urban infestation by *Triatoma dimidiata* in the city of Mérida, Yucatán, México. *Vector Borne and Zoonotic Disease*, 7(4), 597–606, <http://doi.org/10.1089/vbz.2007.0133>.
- Hernández-Romano, P., Cámara-Conteras, M., Bravo-Sarmiento, E., y López-Balderas. (2015). Prevalence of *Trypanosoma cruzi* antibodies in blood donors from Veracruz State, Mexico. *Transfusion*, 55(3), 647–656. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25208459/>
- Houweling, T., Karim-Kos, H., Kulik, M., Stolk, W., Haagsma, J., Lenk, E.,... y de Vlas, S. (2016). Socioeconomic inequalities in Neglected Tropical Diseases: A systematic review. *PLoS Neglected Tropical Disease*, 10(5): e0004546. doi:10.1371/journal.pntd.0004546
- INEGI, (2011), Censo de Población y Vivienda 2010. <https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2010/>. Accessed 5 Jan 2023
- INEGI, (2021), Censo de Población y Vivienda 2020. <https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2020/>. Accessed 5 Jan 2023
- Kasten-Monges, M., Cabrera-Pivaral, C., y Lozano-Kasten, F. (2016). Evaluación de la competencia clínica en médicos residentes mexicanos para el diagnóstico

- y tratamiento de la enfermedad de Chagas. *Gaceta Médica de México*, 152, 516-520.
- Llovet, I., Dinardi, G., Canevari, C., y Torabi, N. (2016). Health Care Seeking Behavior of Persons with Acute Chagas Disease in Rural Argentina: A Qualitative View. *Journal of Tropical Medicine*, doi: <https://doi.org/10.1155/2016/4561951>
- Manderson, L., Aagaard-Hansen, J., Allotey, P., Gyapong, M., y Sommerfeld, J. (2009) Social Research on Neglected Diseases of Poverty: Continuing and Emerging Themes. *PLoS Neglected Tropical Disease*, 3(2): e332. doi: <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0000332>
- Manne, J., Snively, C., Ramsey, J., Salgado, M., Barnighausen, T., y Reich, M. (2013). Barriers to treatment access for Chagas disease in Mexico. *PLoS Neglected Tropical Disease*, 7(10), <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0002488>
- Martínez-Padilla, A., Pinilla-Alfonso, M., y Abadía-Barrero, C. (2018). Sociocultural dynamics that influence Chagas disease health care in Colombia. *Social Science & Medicine*, 2015, 142-150. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0277953618304957?via%3Dihub>
- Medina-Torres, I., Vázquez-Chayagón, J., Rodríguez-Vivas, R., y Montes-de-Oca, R. (2010). Risk factors associated with triatomines and its infection with *Trypanosoma cruzi* in rural communities from the Southern Region of the State of Mexico, Mexico. *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, 82(1), 49-54. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2803509/>
- Murtaugh, P. (2014). In defense of P values. *Ecology*, 95(3), 611-617, <https://doi.org/10.1890/13-0590.1>
- Ochoa-Martínez, P., López-Monteón, A., López-Domínguez, J., Torres-Montero, J., Domínguez-Guillen, J., y Ramos-Ligonio, A. (2023). Identification of a triatomine infected with *Trypanosoma cruzi* in an urban area of the state of Veracruz, Mexico: A comprehensive study. *Zoonosis and Public Health*, 70(5), 445-450, <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/zph.13038>.
- Pan American Health Organization. (2006). *Quantitative estimation of Chagas disease in the Americas*. WHO Department of Control of Neglected Tropical Diseases. (OPS/HDM/CD/425-06).
- Ramsey, J., Alvear, A., Ordoñez, R., Muñoz, G., García, A., López, R., y Leyva, R. (2005). House infestation and risk factors associated with *Triatoma pallidipennis* in the Cuernavaca metropolitan area, Mexico. *Medical Veterinary Entomology*, 19(2), 219-228. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15958028/>
- Ramsey, J. (2007). Chagas disease transmission in Mexico: A case for translational research, while waiting to take disease burden seriously. *Salud Pública de México*, 49, 291-295.
- Ramsey, J., Arenas-Monreal, L., Ortiz-Panozo, E., Meneses-Navarro, S., Sánchez-González, G., y Bravo-Ramírez, I. (2022). Enfermedad de Chagas: omisión u olvido en la salud pública de México. En *Síntesis sobre políticas de salud. Propuestas basadas en evidencia* (pp. 30-37). Instituto Nacional de Salud Pública.
- Rassi, A. Jr., Rassi, A., y Marin-Neto, J.A. (2010). Chagas disease. *Lancet*, 375,1388-1402.
- Rebollar-Tellez, E., Reyes-Villanueva, F., Escobedo-Ortegón, J., Balam-Briceño, P., May-Concha, I. (2009). Abundance and nightly activity behavior of a sylvan population of *Triatoma dimidiata* (Hemiptera: Reduviidae: Triatominae) from the Yucatan, México. *Journal of Vector Ecology*, 34(2), 304-310, <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/j.1948-7134.2009.00038.x>
- Rojo-Medina, J., Ruiz-Matuz, C., Salazar-Schettino, P., González-Roldán, J. (2018). Enfermedad de Chagas en México. *Gaceta Médica de México*, 154, 605-612.
- Sasagawa, E., Hirotsu, A., Corado, E., Cuyuch, B.L., Hernández, M., y Kita, K. (2015). Risk factors for Chagas disease among pregnant women in El Salvador. *Tropical Medicine and International Health*, 20(3): 268-276, <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/tmi.12440>
- Sánchez-González, G., Figueroa-Lara, A., Elizondo-Cano, M., Wilson, L., Novelo-Garza, B., Valiente-Banuet, L., y Ramsey, J.M. (2016). Cost-Effectiveness of Blood Donation Screening for *Trypanosoma cruzi* in Mexico. *PLoS Neglected Tropical Disease*, 10(3), e0004528. <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0004528>
- Secretaría de Salud. (2019). *Programa de acción Específico. Programa de prevención y control de enfermedades transmitidas por vectores e intoxicación por veneno de artrópodos 2020-2024*. Gobierno de México. s/p.
- Secretaría de Salud. (2023, 2 de junio). Anuario Estadístico de Morbi-Mortalidad <https://www.gob.mx/salud/acciones-y-programas/anuarios-de-morbilidad-1984-a-2020>.
- Sierra-Johnson, J., Olivera-Mar, A., Monteón-Padilla, V., Reyes, P., y Vallejo, M. (2005). Panorama epidemiológico y clínico de la cardiopatía chagásica crónica en México. *Revista de Saúde Pública*, 39(5), 754-760. <https://www.scielo.br/j/rsp/a/Jp6yDn-hjW6V7GBg8PBKp9J/>
- Solar, O., e Irwin, A. (2010). A conceptual framework for action on the social determinants of health. Social Determinants of Health Discussion. Paper 2 (Policy and Practice). World Health Organization.
- Sosa-Jurado, F., Zumaquero-Rios, J., Reyes, P., Cruz-García, A., Guzman-Bracho, C., y Monteón, V.

- (2004). Factores bióticos y abióticos que determinan la seroprevalencia de anticuerpos contra *Trypanosoma cruzi* en el municipio de Palmar de Bravo, Puebla, México. *Salud Pública de México*, 46(1), 39-48. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0036-36342004000100006
- Tapia-Conyer, R. (2006). Chagas' disease in Mexico – Response from the Mexican Ministry of Health. *The Lancet*, 368(9549), 1768-1769. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(06\)69731-6](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(06)69731-6)
- Teixeira, A., Gomes, C., Hecht, M., Cássia-Rosa, A., Monteiro, P.S., Bussacos, A., Nitz N., McManus, C. (2009). Environment, interactions between *Trypanosoma cruzi* and its host, and health. *Cadernos de Saúde Pública*, 25(Supl.1).
- Viotti, R. (2006). Long-term cardiac outcomes of treating chronic Chagas disease with benznidazol versus no treatment: a nonrandomized trial. *Annals of Internal Medicine*, 144, 724-734.