

UNIVERSIDAD DE CIENCIAS Y ARTES DE CHIAPAS

INSTITUTO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

TESIS

Aspectos epidemiológicos de la enfermedad
de Chagas en dos localidades de Berriozábal,
Chiapas, México

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
LICENCIADA EN BIOLOGÍA

PRESENTA

INGRID YAZMÍN CRUZ ALEGRÍA

Director

Dr. José Antonio De Fuentes Vicente
Instituto de Ciencias Biológicas, UNICACH

Asesora

Dra. Dolores Guadalupe Vidal López
Instituto de Ciencias Biológicas, UNICACH



AGRADECIMIENTOS

Al Programa para el Desarrollo Profesional Docente para el Tipo Superior (PRODEP) de la SEP, por la beca otorgada durante la investigación y el financiamiento al proyecto “Estudio de la enfermedad de Chagas en comunidades a diferentes altitudes de Chiapas, México: seroprevalencia, transmisores y parásitos” del cual surgió la presente.

A la Dra. Dolores Guadalupe Vidal López, primeramente por confiar en mí para llevar a cabo este proyecto, por guiarme con sus conocimientos en cada etapa; así también por el tiempo que dedicó para el trabajo de campo y cada una de las revisiones del escrito. Siempre estaré agradecida por sus atenciones y el compromiso que tuvo conmigo desde el principio, ¡Muchas gracias Dra.!

Al Dr. José Antonio De Fuentes Vicente, por todo el apoyo, confianza y tiempo brindado a lo largo de la realización del proyecto, también por ayudarme a obtener la beca antes mencionada. Gracias por transmitir ese interés por la enfermedad de Chagas; el cual es un tema que sin duda alguna, debe seguir estudiándose en nuestro estado. Así mismo, le agradezco por motivarme hasta concluir este proyecto. Mi respeto, admiración y gratitud siempre hacia usted.

A las autoridades de las localidades Las Maravillas y Nuevo Chacacal, por permitirme realizar el proyecto; al personal de salud y pobladores que participaron en el mismo.

A mis compañeros Alex Rubén Miranda, Ingrid Viridiana Cisneros, Gabriela Pérez, Monserrat Martínez y Saira Cortes, por invertir parte de su tiempo para acompañarme a las localidades y también apoyarme con la toma de muestras.

Al laboratorio de Biología de Parásitos de la Facultad de Medicina de la UNAM, por el apoyo otorgado en el análisis inmunológico de las muestras.

A las M. en C., Christian Ruiz Castillejos y Nancy Gabriela Santos Hernández, por recibirme en el Laboratorio de Investigación y Diagnóstico Molecular (LIDiaM), espacio donde pude concluir la presente, por su apoyo y consejos otorgados.

¡Gracias por todo el apoyo y formar parte de este proyecto!

DEDICATORIA

A mis padres, Francisco Cruz Solís y Deivis Alegría Méndez, por todo el amor, cuidados y apoyo incondicional que me han brindado a lo largo de mi vida, gracias por inculcarme buenos valores, ya que eso me ha forjado a ser lo que hoy en día soy. Estas líneas no serán suficientes para expresar la gratitud que siento hacia ustedes; sin duda alguna, este logro también es suyo. Los amo y les estaré agradecida por el resto de mi vida.

A mis hermanos, Juan Francisco y Nataly Selene Cruz Alegría, por compartir conmigo cada momento, tanto de alegrías y tristezas, por el amor y apoyo, que cada uno a su manera me ha dado, gracias por ser unos excelentes compañeros de vida. Los amo y saben que siempre podrán contar conmigo.

A mi familia Cruz Alegría, en especial a mis abuelos Norbella de Jesús Méndez, Mercedes Solís, Juan Bautista Alegría y Alfredo Cruz (†) por el cariño y amor que me brindan a la distancia.

A cada una de las amigas y amigos que la vida me ha dado, los que siempre me han apoyado y han sido leales; en especial mi mejor amigo José Eduardo Hernández, gracias por escucharme y siempre tener palabras de ánimo para mí, te quiero y aprecio mucho.

CONTENIDO

ÍNDICE DE CUADROS.	VI
ÍNDICE DE FIGURAS.	VII
RESUMEN.	IX
I. INTRODUCCIÓN.	1
II. MARCO TEÓRICO.	3
2.1 Situación epidemiológica de la enfermedad de Chagas.	4
2.2 El agente etiológico: <i>Trypanosoma cruzi</i>	7
2.2.1 Morfología.	8
2.2.2 Ciclo biológico.	9
2.2.2.1 En el insecto vector.	9
2.2.2.2 En el hospedero humano.	9
2.3 Reservorios.	10
2.4 Vector.	13
2.4.1 Triatominos.	14
2.4.1.1 <i>Triatoma dimidiata</i>	15
2.4.1.1.1 Morfología.	15
2.4.1.1.2 Ciclo de vida.	16
2.5 Mecanismos de transmisión.	18
2.6 Cuadro clínico de la enfermedad de Chagas.	20
2.7 Diagnóstico de la enfermedad de Chagas.	21
2.7.1 Métodos directos.	22
2.7.2 Métodos indirectos.	22
2.8 Tratamiento.	24
III. ANTECEDENTES.	25
IV. OBJETIVOS.	30
V. ZONA DE ESTUDIO.	31
VI. MÉTODOS.	34
6.1 Trabajo de campo.	34
6.1.1 Obtención del consentimiento informado.	34

6.1.2 Captura del triatomo.	35
6.1.3 Toma de muestras sanguíneas para estudio de tamizaje en papel filtro.	35
6.1.4 Aplicación de la entrevista.	37
6.2 Trabajo de laboratorio.	37
6.2.1 Identificación de <i>T. cruzi</i> en <i>T. dimidiata</i>	37
6.2.2 Tamizaje de las muestras en papel filtro.	38
6.2.3 Obtención del suero para pruebas de confirmación.	38
6.2.4 Identificación de anticuerpos anti <i>T. cruzi</i>	39
6.2.4.1 Prueba serológica de Inmunoensayo Enzimático indirecta (ELISA).	39
6.2.4.2 Preparación de las placas.	39
6.2.4.3 Detección de los anticuerpos contra <i>T. cruzi</i>	40
6.2.5 Prueba serológica de Inmunofluorescencia Indirecta (IFI)	40
6.3 Análisis de datos.	41
VII. RESULTADOS.	42
7.1 Diagnóstico inmunológico.	45
7.2 Factores de riesgo.	47
7.2.1 Conocimiento del vector.	47
7.2.2. Presencia de animales domésticos y de corral.	49
7.2.3 Materiales de construcción para la vivienda.	49
VIII. DISCUSIÓN.	54
IX. CONCLUSIONES.	60
X. RECOMENDACIONES.	61
XI. REFERENCIAS DOCUMENTALES.	62
XII ANEXOS.	71

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1.	Especies mamíferas encontradas con infección por <i>T. cruzi</i> en México.	11
Cuadro 2.	Porcentaje de pobladores que participaron en el estudio.	42
Cuadro 3.	Localidad de origen de los participantes de Las Maravillas.	43
Cuadro 4.	Localidad de origen de los participantes de Nuevo Chacacal.	44
Cuadro 5.	Porcentaje de mujeres y hombres reactivos a la presencia de anticuerpos anti- <i>T. cruzi</i> mediante el Inmunoensayo Enzimático Indirecto (ELISA).	45
Cuadro 6.	Porcentaje de hombres y mujeres positivos a las pruebas de confirmación mediante el Inmunoensayo Enzimático Indirecto (ELISA) e Inmunofluorescencia indirecta (IFI).	46
Cuadro 7.	Área de la vivienda en la localidad Las Maravillas donde se observó al vector.	48
Cuadro 8.	Áreas específicas de la vivienda en la localidad Las Maravillas donde han visto al vector.	49
Cuadro 9.	Frecuencia de la presencia de animales domésticos en las viviendas de cada localidad.	50
Cuadro 10.	Frecuencia de la presencia de animales de corral en las viviendas de cada localidad.	51

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Triada ecológica de la enfermedad de Chagas.	4
Figura 2.	Distribución mundial de casos de la enfermedad de Chagas.	5
Figura 3.	Perfil epidemiológico de enfermedad de Chagas en México, 2000-2017.	6
Figura 4.	Defunciones por enfermedad de Chagas según año de ocurrencia, México 2000-2016.	7
Figura 5.	Formas celulares de <i>T. cruzi</i>	9
Figura 6.	Ciclo biológico de <i>T. cruzi</i> en el insecto vector y en el humano. . .	10
Figura 7.	Distribución de triatominos en México.	14
Figura 8.	Morfología de <i>Triatoma dimidiata</i>	16
Figura 9.	Ciclo de vida de <i>T. dimidiata</i>	17
Figura 10.	Mecanismos de transmisión por <i>T. cruzi</i>	20
Figura 11.	Ubicación de Berriozábal en Chiapas y las localidades Las Maravillas y Nuevo Chacacal.	32
Figura 12.	Mapa satelital de Las Maravillas y Nuevo Chacacal.	33
Figura 13.	Plática informativa con los pobladores de la localidad de Las Maravillas.	34
Figura 14.	Punción en la región lateral del dedo índice.	35
Figura 15.	Muestra de sangre impregnada en papel filtro.	36
Figura 16.	Toma de muestra por punción venosa periférica.	37
Figura 17.	Obtención de suero de las muestras sanguíneas a través de centrifugación.	39
Figura 18.	Porcentaje de mujeres y hombres que participaron en la toma de muestras de sangre.	42
Figura 19.	Rango de edad de la población de estudio.	44
Figura 20.	Conocimiento del vector en las localidades.	47
Figura 21.	Observación del vector en las localidades.	48
Figura 22.	Porcentaje de pobladores que mencionaron tener animales domésticos.	50

Figura 23.	Porcentaje de pobladores que mencionaron tener animales de corral.	51
Figura 24.	Porcentaje de la combinación de materiales utilizados para la construcción de las viviendas en Las Maravillas.	53
Figura 25.	Porcentaje de la combinación de materiales utilizados para la construcción de las viviendas en Nuevo Chacacal.	53
Figura 26.	Vivienda y acercamiento de una ventana de ésta, la cual no contaba con protección.	59

RESUMEN

La enfermedad de Chagas es una de las parasitosis más importantes en América Latina, ya que tiene una prevalencia de casi ocho millones de personas y muchos millones más se encuentran en riesgo de contraer la enfermedad, sobre todo en zonas de alta pobreza y marginación, donde hay casas hechas a base de adobe, lámina o madera.

La enfermedad de Chagas es causada por el parásito *Trypanosoma cruzi*, un protozoo flagelado que es transmitido a través de las heces de insectos triatomínicos conocidos popularmente como chinches besuconas. En Chiapas, la especie de mayor importancia epidemiológica es *Triatoma dimidiata*. Esta especie tiene la capacidad de invadir las viviendas humanas y cumplir su ciclo de vida al interior, lo que provoca que exista un mayor riesgo de infección en los seres humanos. En el humano, la infección puede degenerar en un daño irreversible al músculo cardíaco y provocar la muerte si no es tratada a tiempo. Por lo tanto, las campañas de prevención de los componentes de la enfermedad son fundamentales.

Este proyecto tuvo como objetivo evaluar la seroprevalencia de la enfermedad, la presencia de las chinches en las viviendas y determinar algunos factores de riesgo en dos localidades del municipio de Berriozábal, Chiapas.

Se obtuvo una reactividad a un primer barrido de la población del 1.89% de la población total (N=317), confirmando la enfermedad en la mitad de ellos (0.95% de seroprevalencia real). No se encontraron problemas cardíacos en ningún paciente. A pesar de que no se pudo realizar el muestreo de las chinches en las viviendas, a través de las encuestas se pudo determinar que los pobladores conocen o han visto a las chinches (33.3% del total). Entre los factores de riesgo para la presencia de insectos en las viviendas, se observó que algunas casas están elaboradas a base de materiales que pueden ofrecer un refugio ideal para las chinches.

Este tipo de estudios son importantes para determinar la problemática real de la enfermedad de Chagas en Chiapas y sobre todo localizar personas enfermas para que puedan recibir un tratamiento oportuno.

Palabras clave: Enfermedad de Chagas, prevalencia, triatomínicos, factores de riesgo.

I. INTRODUCCIÓN

El parásito *Trypanosoma cruzi* es un protozooario flagelado con un ciclo biológico complejo, el cual alterna entre un hospedero vertebrado y un insecto vector. Este parásito es el agente causal de la tripanosomiasis americana, mejor conocida como enfermedad de Chagas, en honor a su descubridor el médico brasileño Carlos Chagas (Palau, 2000).

La enfermedad de Chagas es considerada por la Organización Mundial de la Salud (OMS) como una de las parasitosis más importantes a nivel mundial, además de ser una enfermedad tropical desatendida; esto se debe a que no ha recibido suficiente atención por parte de gobiernos e instituciones sanitarias (Palafox *et al.*, 2003). Es de importancia médica y epidemiológica debido a la transmisión endémica existente, el número de personas infectadas y en riesgo de adquirir la enfermedad (Cruz-Reyes y Pickering-López, 2006).

Esta parasitosis tiene dos fases clínicas bien diferenciadas: la fase aguda que inicia después de la infección y puede durar algunas semanas o meses, donde se puede encontrar al parásito en sangre y pueden presentarse algunas manifestaciones clínicas como irritabilidad, fiebre, dolor muscular o el signo de Romaña, vía por la que el parásito penetra a través del ojo. Sin embargo, el 70-80% de los infectados son asintomáticos toda su vida, y el 30% de ellos después de un periodo entre cinco a 15 años presentan síntomas asociados a las alteraciones en músculo cardíaco, esófago, colón o sistema nervioso; lo que determina que están en la fase crónica (Organización Panamericana de la Salud [OPS], 2019).

La Organización Panamericana de la Salud (OPS), en 2006, estimó que en México existían aproximadamente 1 100 000 individuos infectados y 29 500 000 en riesgo de contraer la infección (OPS, 2006), siendo los estados de Veracruz, Morelos, Oaxaca, Yucatán, Guerrero, Jalisco y Chiapas, los más afectados. Para el caso de Chiapas, al igual que otras partes del país, la parasitosis ocasionada por el *T. cruzi* se encuentra subestimada y erróneamente se le considera limitada a ciertas zonas geográficas consideradas endémicas, aunado a que existe una actitud pasiva

por el desconocimiento de la magnitud de esta enfermedad con relación a la detección de casos (Sánchez-Guerrero, 2010).

En México, únicamente se realizan acciones para la confirmación de casos con patologías severas, por lo que es de suma importancia realizar acciones de detección temprana de casos, con énfasis en edades pediátricas para dos finalidades: para determinar la transmisión activa de la infección y realizar las intervenciones para interrumpir la transmisión vectorial y, por otro lado, para otorgar el tratamiento antiparasitario oportuno, antes de que se presenten lesiones irreversibles (Salazar-Schettino *et al.*, 2016).

Si bien *T. cruzi* también puede ser transmitido por trasplante de órganos, transfusión sanguínea, accidentes de laboratorio, consumo de alimentos contaminados y de la madre al feto, la transmisión vectorial sigue siendo el principal mecanismo de infección (Coura, 2002). Se han descrito hasta el momento alrededor de 136 especies de triatomíneos y más de la mitad se han encontrado infectados naturalmente con *T. cruzi* (Jurberg y Galvão, 2006). En México, hay reportadas 32 especies (Salazar-Schettino *et al.*, 2010), dentro de las cuales *Triatoma dimidiata* es considerado como uno de los transmisores más importantes debido a su amplia distribución, a su capacidad de adaptarse a la vivienda humana y a que es capaz de explotar diferentes fuentes de alimento y refugio (Velasco-Castrejón y Rivas-Sánchez, 2008; Reyes-Novelo *et al.*, 2011). Por lo anterior, los esfuerzos de vigilancia y erradicación de los insectos son pieza clave para disminuir la tasa de infección a las poblaciones humanas (De Fuentes-Vicente *et al.*, 2016).

Este estudio tiene como objetivo evaluar la dinámica del parásito *T. cruzi* en hospederos humanos e insectos vectores en dos localidades del municipio de Berriozábal, Chiapas, en los cuales el área de vectores informó que se ha observado a los insectos triatomíneos. Lo anterior, a fin de detectar casos de la enfermedad de Chagas, determinar la presencia de los vectores y el conocimiento de la población. Esta información es importante para diseñar campañas de control que permita disminuir la prevalencia de la enfermedad de Chagas en la región.

II. MARCO TEÓRICO

La tripanosomiasis americana, conocida como enfermedad de Chagas, es una zoonosis parasitaria descrita en 1909 por el médico brasileño Carlos Ribeiro Justiniano das Chagas (Pereira-Nunes *et al.*, 2013) en Minas Gerais, Brasil, después de aislar al parásito de *Panstrongylus megistus*, cultivarlo, reproducir la infección en mamíferos y realizar observaciones del curso de la enfermedad en animales de laboratorio. En humanos, describió la forma aguda en el caso de Berenice, una niña de dos años que murió hasta los 82 años infectada y sin patología compatible con la enfermedad. Dicha enfermedad es endémica en muchas partes de México, Centroamérica y Sudamérica, donde se calcula que hay entre ocho y 11 millones de personas infectadas. (Centros para el control y la prevención de enfermedades [CDC], 2016), además de que la Organización Mundial de la Salud (OMS) la reconoce como una de las 17 enfermedades tropicales desatendidas (Kowalska *et al.*, 2011).

La transmisión de la enfermedad de Chagas depende en mayor medida de la tríada ecológica (Figura 1), constituida por: 1) el agente etiológico *Trypanosoma cruzi*, 2) el vector, representado por triatominos, de los cuales muchas especies se han adaptado ecológicamente a la vivienda, por lo que se encuentran en el domicilio y peridomicilio y 3) el hospedero único, el hombre. Los reservorios son todos los mamíferos que pueden ser animales silvestres y domésticos; siendo estos últimos de mayor importancia en este proceso de adaptación del vector en las casas (Storino *et al.*, 2003).

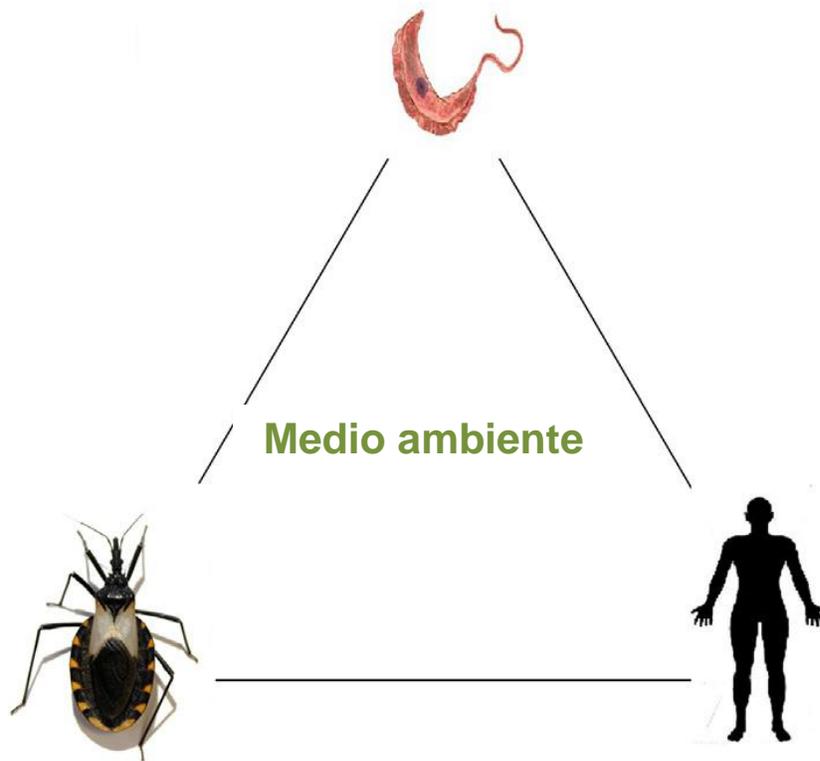


Figura 1. Triada ecológica de la enfermedad de Chagas (De Fuentes-Vicente y Gutiérrez-Cabrera, 2020).

2.1 Situación epidemiológica de la enfermedad de Chagas

La OMS estima que afecta de siete a ocho millones de individuos; especialmente en América Latina se considera en riesgo de infección a un mínimo de 110 millones de individuos en 21 países (Argentina, Brasil, Chile, Uruguay, Paraguay, Perú, Ecuador, Bolivia, Venezuela, Colombia, Guyana Francesa, Guyana, Surinam, Costa Rica, El Salvador, Honduras, Nicaragua, Panamá, Belice, Guatemala y México). Los movimientos poblacionales han modificado el perfil epidemiológico de esta enfermedad y la han convertido en un riesgo mundial, especialmente en bancos de sangre donde los índices de contaminación varían entre 3 y 53%, y está considerada como emergente en países no endémicos (Estados Unidos, Canadá, Australia, Japón, Francia, España, Bélgica, Portugal, Suiza, Gran Bretaña, Irlanda del Norte, Italia, Alemania, Austria, Croacia, Dinamarca, Luxemburgo, Noruega, los Países Bajos, Rumania y Suecia) (Figura 2) (World Health Organization [WHO], 2013).

Las zonas de riesgo para la transmisión vectorial de la enfermedad de Chagas en la mayoría de los países de América Latina se ubican en las áreas rurales donde existe una alta proporción de viviendas en condiciones precarias y una convivencia estrecha con los ambientes silvestres del vector-reservorio.

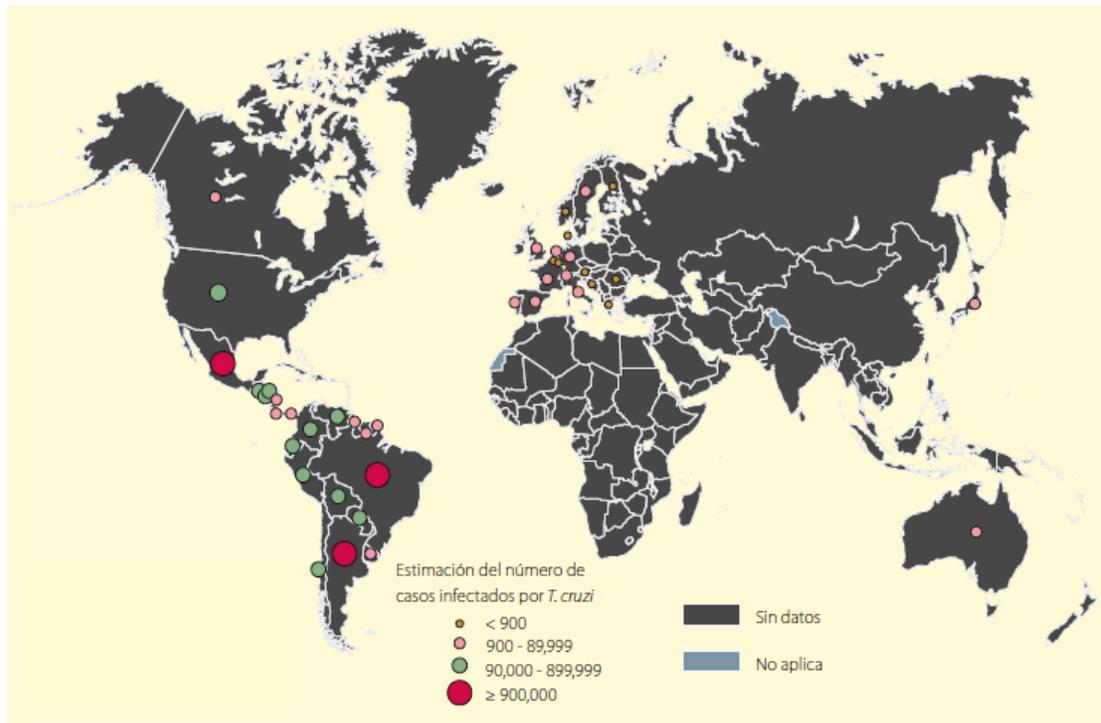


Figura 2. Distribución mundial de casos de la enfermedad de Chagas (WHO, 2013).

Aunque las enfermedades transmitidas por vectores están incluidas dentro de los programas prioritarios del sistema de atención primaria en México, la enfermedad de Chagas se considera una enfermedad huérfana porque no se cuenta con un programa específico dirigido a la vigilancia epidemiológica, y tampoco existe una estrategia para su prevención y control. Tampoco existe una partida presupuestal específica tal como existe para el paludismo.

En México, a partir del año 2000, se observa un incremento en la notificación de casos (Figura 3). En el periodo que va del año 2000 al 2017 se registraron, 9 981 casos de Enfermedad de Chagas (agudos y crónicos); mientras que en el 2017 el reporte del cierre informa de 126 casos agudos y 738 casos crónicos que fueron notificados a través del Boletín Epidemiológico de la Dirección General de

Epidemiología. De manera general, el grupo etario y género más afectado comprende de 25 a 44 años, mayoritariamente a varones. Los estados con mayor número de casos reportados fueron Veracruz (17.8%), Yucatán (10.3%), Oaxaca (10.5%), Morelos (9.2%), Chiapas (8.91%), Jalisco (5.9%), Estado de México (5.2%) (Secretaría de Salud [SSA], 2017).

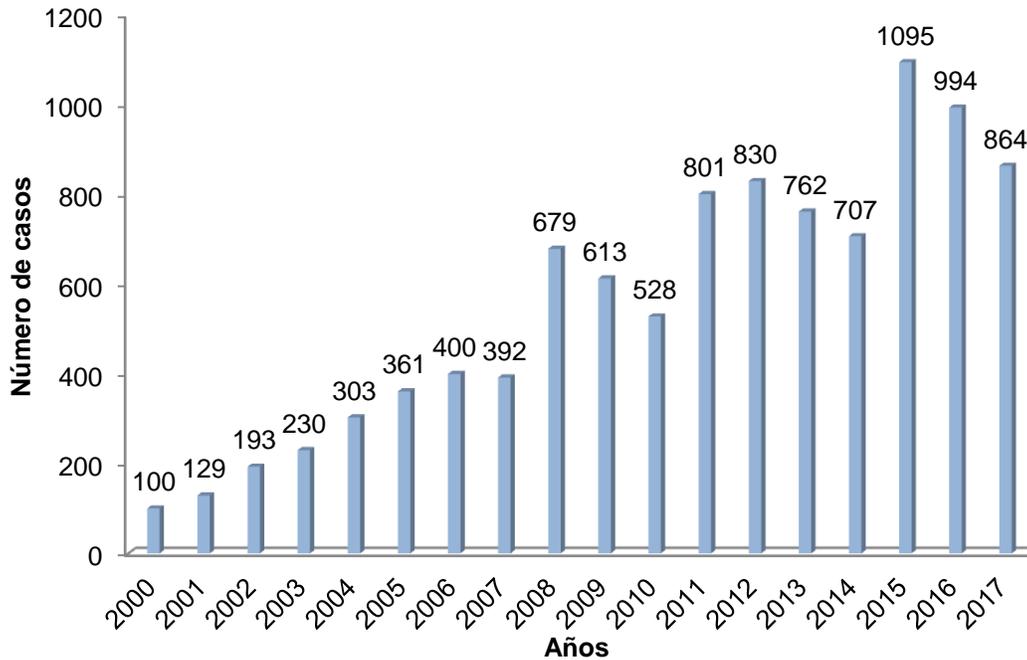


Figura 3. Perfil epidemiológico de enfermedad de Chagas en México, 2000-2017 (SSA, 2017).

La mortalidad registrada por esta causa del 2000 al 2016 (Figura 4), fue de 487 decesos en 18 entidades del país; la mayoría principalmente en el estado de Oaxaca, seguido de Guerrero y Veracruz. Correspondiendo 274 a masculinos y 213 a femeninos (Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INEGI], 2016).

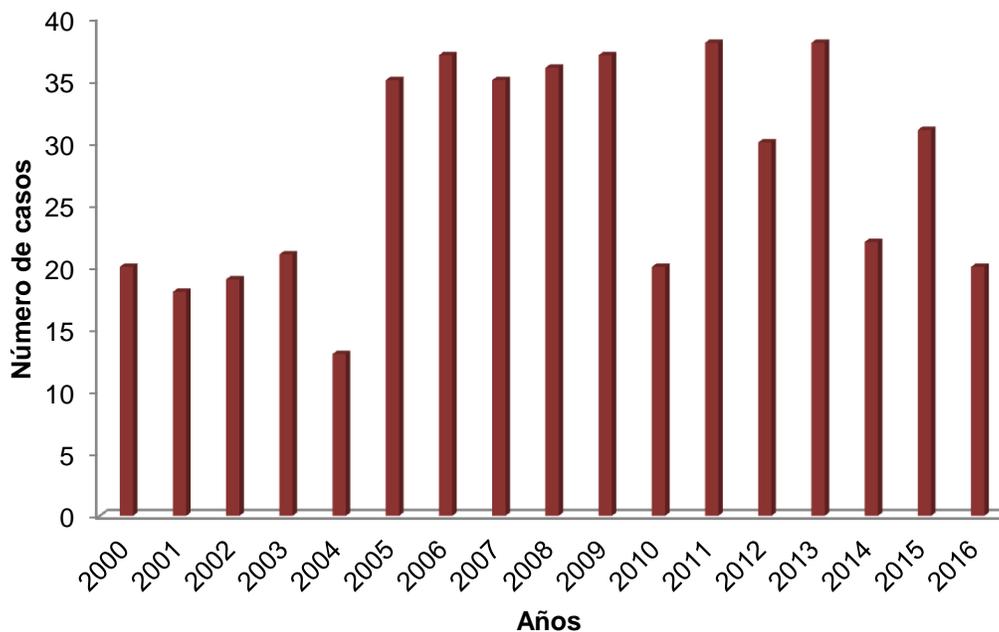


Figura 4. Defunciones por enfermedad de Chagas según año de ocurrencia, México 2000-2016 (INEGI, 2016).

2.2 El agente etiológico: *Trypanosoma cruzi*

Trypanosoma cruzi es un protozoo intracelular obligatorio, flagelado y digénico. Pertenece al orden Kinetoplastida (incluye flagelados provistos de un cinetoplasto, que contienen una red fibrosa de ADN. De acuerdo a Levine *et al.* (1980), su clasificación taxonómica es la siguiente:

Reino: Protozoa

Filo: Sarcomastigophora

Subfilo: Mastigophora

Clase: Zoomastigophora

Orden: Kinetoplastida

Familia: Tripanosomatidae

Género: *Trypanosoma*

Especie: *Trypanosoma cruzi*

Tradicionalmente, se ha clasificado en dos grupos principales: *T. cruzi* I (vinculado al ciclo doméstico y causando infecciones y altas tasas de morbilidad y mortalidad en humanos) y *T. cruzi* II (vinculado al ciclo salvaje y causando infecciones y bajas tasas de morbilidad y mortalidad en humanos). Este último se subdivide a su vez en cinco subgrupos (IIa-e), que explican las diferencias en términos de variabilidad genética, distribución regional y potencial para el desarrollo de enfermedades cardíacas o gastrointestinales. El consenso actual recomienda que las cepas de *T. cruzi* se clasifiquen en seis grupos principales: *T. cruzi* I-VI (Guhl, 2009).

2.2.1 Morfología

Dependiendo del hospedero en que se encuentre, *T. cruzi* adopta diferentes formas celulares: epimastigote, tripomastigote (metacíclico y sanguíneo) y amastigote (Figura 5) (Toso *et al.*, 2011).

- Epimastigote: es la forma extracelular y replicativa presente en el intestino del insecto vector. Presenta forma elongada, con cinetoplasto en forma de barra o bastón localizado en la región anterior del núcleo (Díaz y González, 2014).
- Tripomastigote: el tripomastigote metacíclico presenta forma elongada, fina y larga; el flagelo emerge y se adhiere a lo largo del cuerpo del parásito. Esta forma es altamente infectante y es encontrada en las heces del insecto vector. El tripomastigote sanguíneo se encuentra en la sangre del hospedero vertebrado, presenta forma de “S” o “C” y no tiene la capacidad para dividirse pero puede infectar nuevas células (Salazar *et al.*, 2011).
- Amastigote: es la forma intracelular replicativa que se encuentra en el interior de las células de hospederos infectados, así como en cultivo axénico; su forma es redondeada, con cinetoplasto en forma de barra o bastón en la región anterior del núcleo y flagelo corto (Díaz y González, 2014).

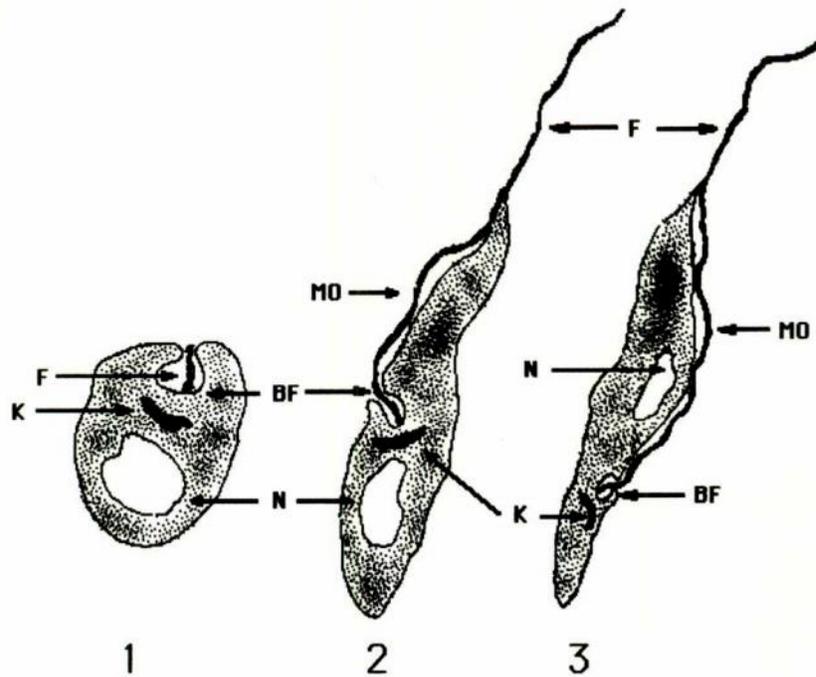


Figura 5. Formas celulares de *T. cruzi*. 1. Amastigote. 2. Epimastigote. 3. Tripomastigote. Bolsillo flagelar (BF), Flagelo (F), Kinetoplasto (K), Membrana ondulante (MO) y Núcleo (N). (Toso *et al.*, 2011).

2.2.2 Ciclo biológico

2.2.2.1 En el insecto vector

Cuando el insecto vector pica a un hospedero infectado, algunos tripomastigotes pasan a él a través de la sangre. En su intestino medio estos tripomastigotes se transforman en epimastigotes, los cuales constituyen una segunda etapa reproductiva. Después de la reproducción a través de fisión binaria, los epimastigotes pasan al recto, en donde se convierten en tripomastigotes metacíclicos, estas formas son evacuadas a través de las heces de la chinche y pueden infectar a un nuevo hospedero para repetirse el ciclo (Figura 6) (De Fuentes-Vicente *et al.*, 2018).

2.2.2.2 En el hospedero: humano

Los tripomastigotes metacíclicos se transmiten en las heces, entran en el hospedero a través de la herida. Cuando están en contacto con la célula humana, entran en ella y se convierten en amastigotes, esta es una nueva etapa reproductiva a través de la fisión binaria. Después de la reproducción, una gran cantidad de amastigotes se

encuentran en la célula infectada. El amastigote se convierte de nuevo en tripomastigote y la célula se rompe. El tripomastigote vuelve a infectar otra célula repitiéndose así el ciclo de multiplicación (Figura 6) (Centers for Disease Control and Prevention [CDC], 2017).

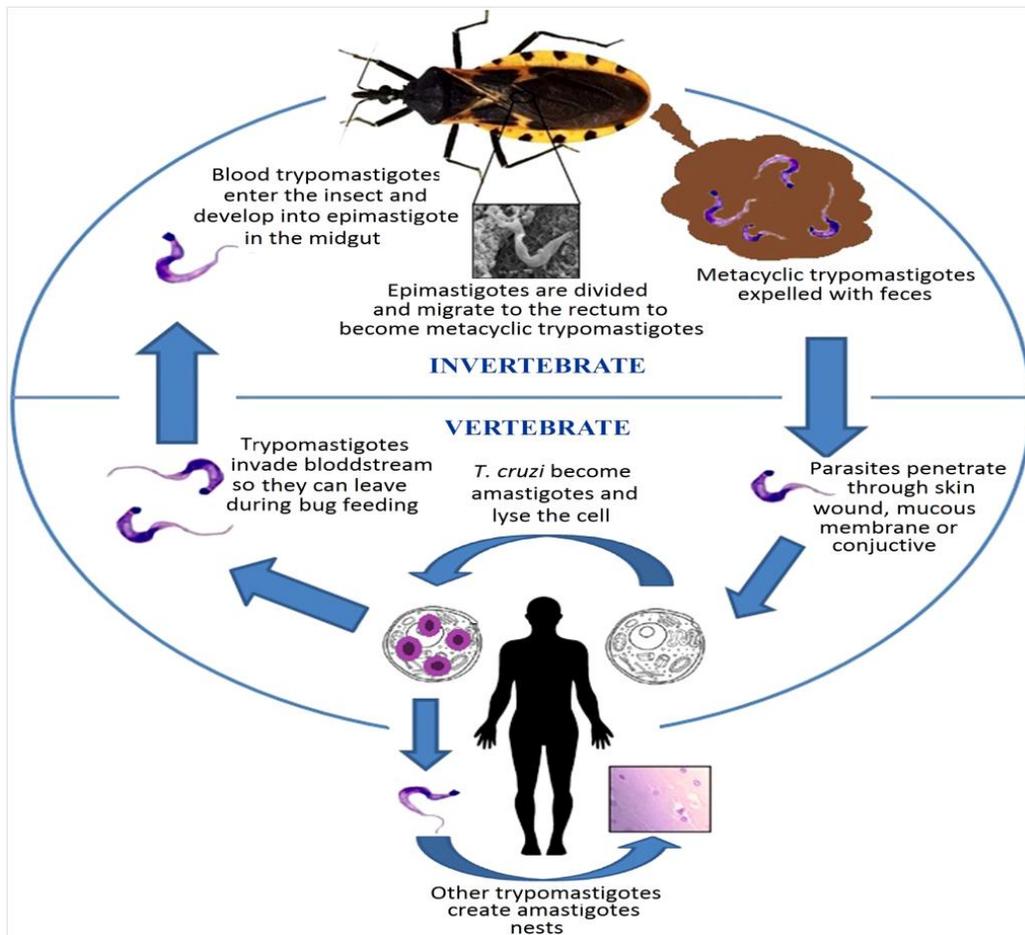


Figura 6. Ciclo biológico de *T. cruzi* en el insecto vector y en el humano (De Fuentes-Vicente *et al.*, 2018).

2.3 Reservorios

Se ha considerado como reservorio de un parásito a aquel hospedero que posee al menos, las siguientes propiedades según Ashford (1996) y Haydon *et al.* (2002):

- Mantiene a las poblaciones de los parásitos por largo tiempo en cada ecosistema.
- Presenta una carga parasitaria que garantiza su transmisibilidad.

- Se encuentra en una densidad poblacional apropiada (20% o más de la mastofauna estudiada para la zoonosis) que facilita el encuentro hospedero-vector, hospedero-ambiente, hospedero-hospedero según el tipo de transmisión.

Se han encontrado naturalmente infectados por *T. cruzi* un total de 180 especies de mamíferos pertenecientes a los órdenes: Didelphidomorphia, Lagomorpha, Chiroptera, Rodentia, Pilosa, Cingulata, Carnivora, Primata, Perisodactyla (Noireau *et al.*, 2009).

En el cuadro 1 se mencionan especies de animales silvestres, sinantrópicos, domésticos y peridomésticos con infección por *T. cruzi* que han sido encontradas en México (Salazar-Schettino *et al.*, 2019).

Cuadro 1. Especies mamíferas encontradas con infección por *T. cruzi* en México.

Reservorio	Estado	Primer autor y año
<i>Canis familiaris</i> (perro)	Oaxaca	Mazzoti (1940)
<i>Dasyopus novemcinctus mexicanus</i> (Armadillo)	Colima	Mazzoti (1940)
<i>Didelphis marsupialis</i> (Tlacuache o zarigüeya)	Nuevo León Michoacán	Aguirre-Pequeño (1974) Perrín (1947)
<i>Rattus norvegicus</i> (Rata de alcantarilla)	Distrito Federal	Beltrán (1949)
<i>Mus musculus</i> (Ratón)	Jalisco	Tay (1979)
<i>Bos Taurus</i> y <i>B. indicus</i> (Reses, toro o vaca)	Morelos	Guzmán (1985)
<i>Felis domesticus</i> (Gato)	Oaxaca	Salazar-Schettino (1987)
<i>Sigmodon hispidus</i> (Ratón de campo)	No mencionado	Zárate (1988)
<i>Ototylomys phyllotis</i> (Ratón de campo)	No mencionado	Zárate (1988)
<i>Tyloma nudicaudus</i> (Ratón)	No mencionado	Zárate (1988)
<i>Carrollia perspicillata</i> (Murciélago frutícola)	No mencionado	Zárate (1988)
<i>Liomys sp</i>	Morelos	Parra (1990)

(Ratón de campo)		
<i>Peromyscus sp</i>	Morelos	Parra (1990)
(Ratón de campo)		
<i>Phylander opossum</i>	Veracruz	Cruz-Reyes (1990)
(Marta)		
<i>Equus asinus</i>	Oaxaca	Galaviz-Silva (1992)
(Burro)		
<i>Neotoma micropus</i>	Nuevo León	Galaviz-Silva (1992)
(Ratón de campo)		
<i>Sus scrofa</i>	Morelos	Salazar-Schettino (1997)
(Cerdo)		
<i>Artibeus jamaicensis, A. lituratus, Carollia brevicaud, Dermanura phaeotis, Myotis keaysi, Sturnira lilium, S. ludovici.</i>		
(Murciélagos)		
<i>Heteromys gaumeri, Peromyscus yucatanicus, Sigmodon hispidus.</i>	Yucatán	López <i>et al.</i> , 2015
(Ratones de campo)		
<i>Didelphis virginiana</i>		
(Tlacuache)		
<i>Ovis aries</i>		
(Borregos)		
<i>Nycticeius humeralis</i>	Norte de México	Hodo <i>et al.</i> (2016)
(Mucielago)		

A pesar de este amplio rango de reservorios, la importancia epidemiológica como reservorios del *T. cruzi* varía según la región geográfica y de acuerdo con la biología y ecología de estos mamíferos y su interacción con triatominos vectores y el hombre. Aunque todas las especies de mamíferos son en teoría susceptibles a la infección con el *T. cruzi*, existen algunas que han adquirido mayor relevancia, por la capacidad que han demostrado de mantener el parásito circulando en la naturaleza a través del tiempo (Hoare, 1972).

La sangre de estos animales infectados, en la cual circula el *T. cruzi*, puede servir como fuente de alimento a triatominos selváticos que a menudo colonizan sus refugios o áreas circundantes transmitiéndose de esta manera la infección a los insectos. Luego, las formas adultas de estos triatominos selváticos, que tienen gran capacidad de vuelo, pueden ser atraídas hacia las viviendas humanas por la luz o por el CO₂ desprendido y así introducir el parásito al ambiente domiciliario.

Otra posibilidad, es que animales infectados con hábitos sinantrópicos, como los marsupiales y roedores, frecuenten áreas cercanas a las viviendas, sirviendo como fuente de alimento a triatominos peridomiciliares e inclusive a los domiciliados, transmitiéndoles la infección.

En muchas culturas indígenas y zonas rurales es común la caza y el consumo de animales selváticos crudos o semicrudos, pudiendo ser ésta otra vía de transmisión. En varios países de Latinoamérica también se han reportado animales domésticos, como gatos, perros, conejos y peridomésticos, como cerdos, cabras y ovejas infectados con *T. cruzi* (Jansen y Roque, 2010).

2.4 Vector

T. cruzi desarrolla su ciclo de vida en ocho órdenes de mamíferos y en más de 140 especies de insectos principalmente hematófagos (Hemiptera, Reduviidae, Triatominae), los vectores de *T. cruzi* en su mayoría pertenecen a los géneros *Triatoma*, *Pastrongylus* y *Rhodnius*, siendo los géneros de mayor importancia epidemiológica (Pinto-Dias, 2000). Los tripanosomas generalmente experimentan uno o más ciclos de desarrollo y multiplicación en el tracto digestivo del insecto, antes de que las formas infectivas sean transmitidas a algún mamífero por vía salival, por contaminación con heces o por ingestión del vector (Palafox *et al.*, 2003).

2.4.1 Triatominos

Los triatominos pertenecen al orden Hemiptera, familia Reduviidae, subfamilia Triatominae (Del Ponte, 1958). Se han descrito alrededor de 136 especies de triatominos y más de la mitad se han encontrado infectados naturalmente con *T. cruzi* (Jurberg y Galvão, 2006).

En 2015, a través del Sistema Nacional de la Secretaría de Salud, en México se detectaron ocho géneros y 31 especies de triatoma. En dos terceras partes del territorio mexicano existen las condiciones para que se lleve a cabo la transmisión vectorial. Las especies intradomiciliarias son *Triatoma barberi*, asociada con miocardiopatías y megas (dilataciones) de órganos del tracto digestivo, y *T. dimidiata*, distribuida desde los países andinos y de Centroamérica hasta México, asociada con cardiopatías.

Las principales especies identificadas en 2015 en la República Mexicana fueron *T. longipennis* (34%), *T. pallidipennis* (23%) y *T. dimidiata* (29%) (Figura 7); este último es considerado como uno de los transmisores más importantes debido a su amplia distribución, a su capacidad de adaptarse a la vivienda humana y explotar diferentes fuentes de alimento y refugio (Velasco-Castrejón y Rivas-Sánchez, 2008; Reyes-Novelo *et al.*, 2011).

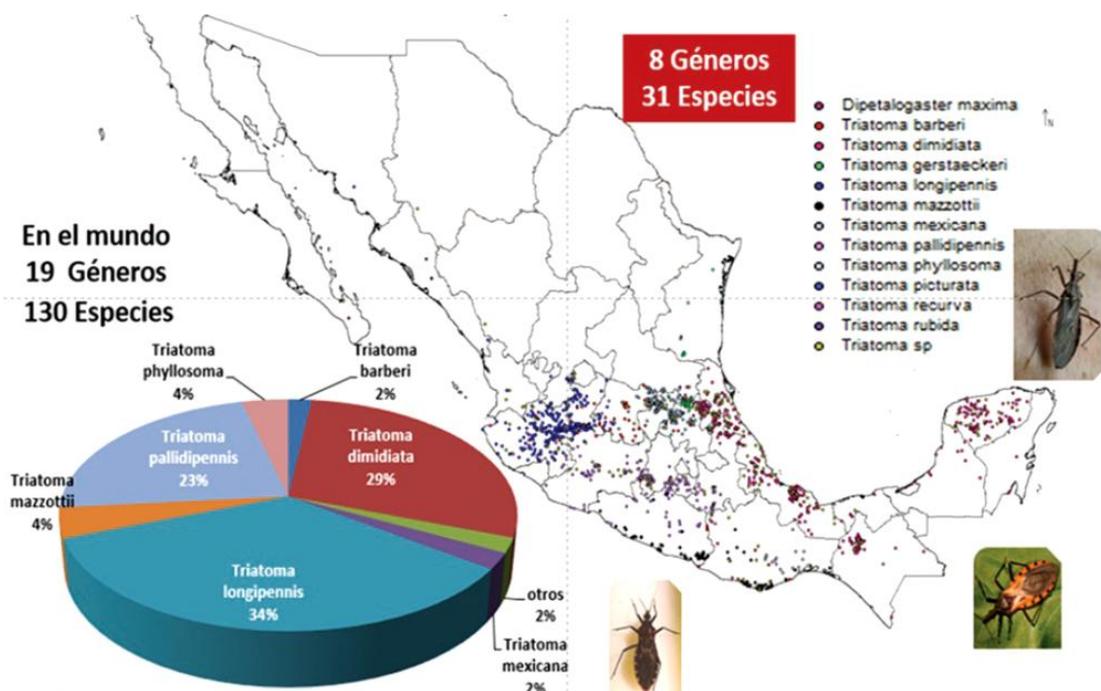


Figura 7. Distribución de triatominos en México (SSA, 2015).

Al triatomino se le conoce con diversos nombres, tales como chinche de Compostela, chinche besucona, pick o chinche hocicona, dependiendo de las áreas geográficas donde se encuentre. Pueden habitar en cualquier habitación que tenga grietas en su construcción, ya que ofrece un refugio para los triatominos. Se puede encontrar también entre las grietas de los muros de adobe o entre las piedras, en los árboles con algunos tipos de plantas y en las habitaciones de teja o de palma. Allí estos insectos fabrican sus nidos dentro de las viviendas, y a nivel peridoméstico, utilizan los troncos, desperdicios y diversos objetos abandonados (Romero-Caballero, 2007).

2.4.1.1 *Triatoma dimidiata*

La chinche hematófaga *T. dimidiata* es reconocida como una de las principales especies que actúan como vectores del *T. cruzi* (Cruz-Reyes y Pickering-López, 2006). Es una especie que se distribuye ampliamente en Belice, Colombia, Costa Rica, Ecuador, Guatemala, Honduras, México, Nicaragua, Panamá, Perú y Venezuela (Guhl, 2009). En los ambientes domésticos y peridomésticos se les encuentra en rocas, agujeros o grietas en las paredes de las casas, en los muebles, en sitios de almacenamiento de madera, en techos de palma, detrás de cortinas o cuadros y en madrigueras y sitios donde se crían o guarecen animales domésticos o sinantrópicos (Carcavallo *et al.*, 1999).

2.4.1.1.1 Morfología

Estos insectos poseen en todos sus estadios, un par de ojos y antenas en la cabeza, estas últimas son importantes para determinar el género de los triatominos. *T. dimidiata* (Figura 8) es una especie bastante grande y con un colorido distintivo en el cuerpo, que generalmente es café o negro tanto en adultos como en ninfas. Lo que realmente los diferencia es la cutícula del adulto que presenta manchas de color café, amarillo, rojo, rosado o anaranjado, en todo el margen lateral del abdomen. El macho y la hembra en etapa adulta difieren por la punta del abdomen que es lobulada o aguda en la hembra y redondeada y lisa en el macho (Guzmán-Marín,

1990), además, el macho mide entre 24.5 a 32.0 mm, mientras que la hembra mide entre 24.5 a 35.0 mm (Lent y Wygodzinsky, 1979; Lent y Jurberg, 1985).

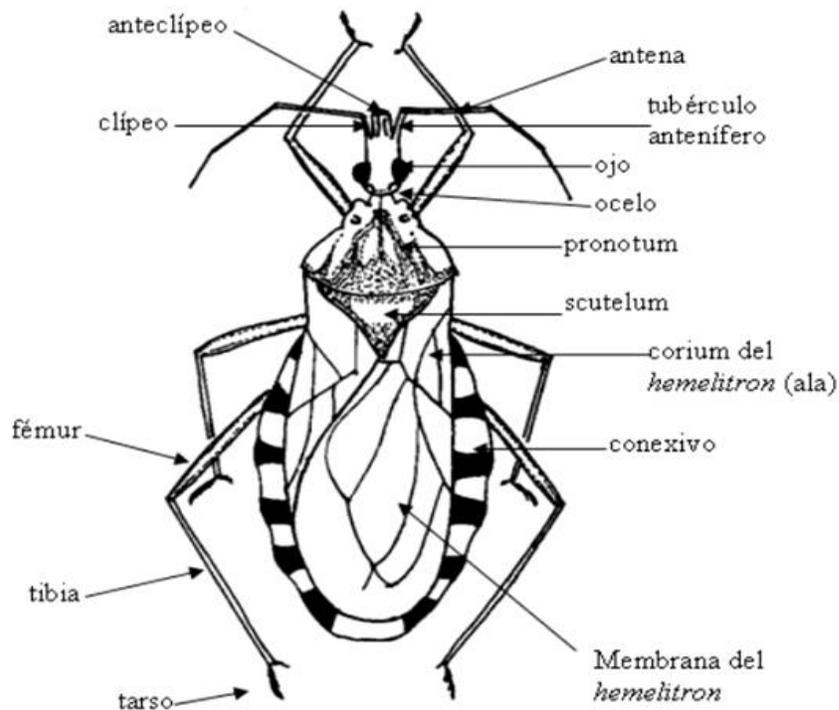


Figura 8. Morfología de *Triatoma dimidiata* (Bustamante, 2001).

2.4.1.1.2 Ciclo de vida

En los adultos varía el tiempo de vida, dependiendo del sexo, los machos pueden vivir con alimento 160 días, mientras que las hembras viven 172 días aproximadamente. Las ninfas tienen que alimentarse por lo menos una vez para poder mudar al siguiente instar. En el primer y segundo instar la ninfa puede alimentarse del hospedero o a través de la coprofagia, pueden pasar poco más de 25 días sin alimentarse, el tercer y cuarto instar pueden resistir alrededor de 75 días sin alimentarse y el quinto instar puede resistir hasta los 100 días, en los adultos solo pueden pasar 60 días sin alimentarse por las necesidades energéticas de vuelo y reproductivas (Morán, 2013).

Las chinches ponen huevos, del huevo a la etapa adulta atraviesan cinco estadios para convertirse en el insecto adulto (Figura 9). La hembra pone hasta 200 huevos con forma elíptica, son de color claro y miden alrededor de 1 mm de largo.

Estos huevos son depositados en la tierra, en las grietas de las paredes o en otros lugares más o menos ocultos. El periodo de incubación depende de la temperatura ambiente, pero oscila entre 10 y 40 días.

Cuando el huevo eclosiona nace una ninfa que se caracteriza además de su pequeño tamaño por carecer de alas, luego de nacer y hasta alcanzar el estado adulto, el animal experimenta una serie de transformaciones, proceso que se denomina “metamorfosis incompleta”, y que tiene una duración variable en relación con la temperatura, la humedad y la alimentación. Tanto las ninfas como los adultos son capaces de transmitir *T. cruzi* al hombre (Figura 9) (Crocco, *et al*, 2002).

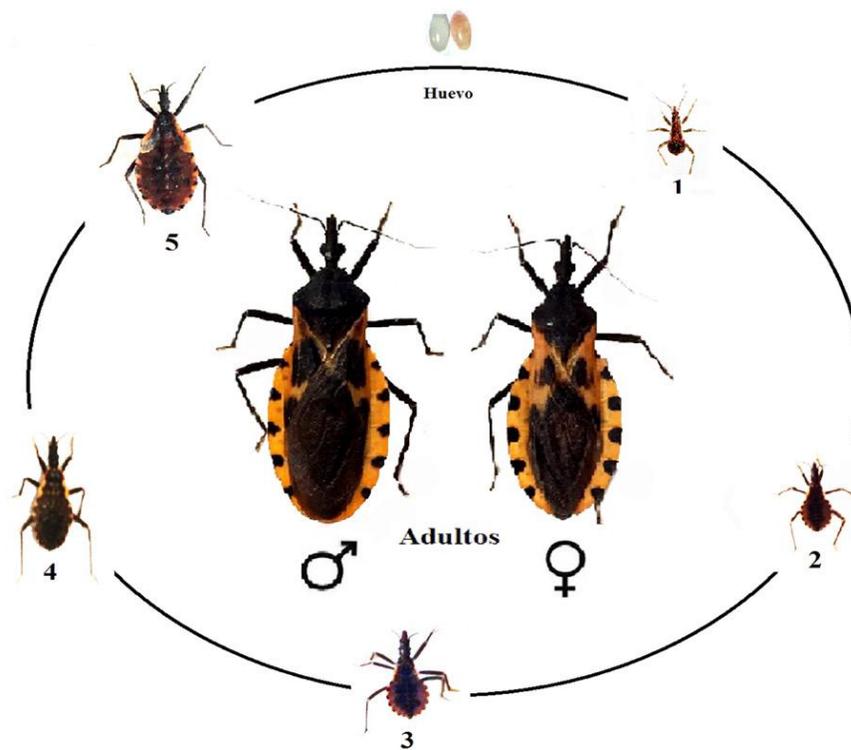


Figura 9. Ciclo de vida de *T. dimidiata*. El ciclo está compuesto por huevo, cinco estados ninfales y la fase adulta (De Fuentes-Vicente *et al.*, 2016).

2.5 Mecanismos de transmisión

Los mecanismos de transmisión de *T. cruzi* son seis que se describen a continuación y se representan en la figura 10.

- a) **Vectorial:** se considera la principal forma de transmisión de *T. cruzi*, (WHO, 2012), en la cual tripomastigotes metacíclicos presentes en las heces infectadas de los insectos vectores penetran a través de laceraciones en la piel o a través de la mucosa de los mamíferos. Este mecanismo de transmisión es el causante de más del 80% de los casos conocidos en áreas endémicas (Vázquez-Prokopec *et al.*, 2009).
- b) **Transfusión sanguínea:** es considerado el segundo mecanismo de transmisión (Salazar *et al.*, 1989). En los últimos 20 años, el número de donantes con serología positiva ha sido elevado en los países endémicos. Actualmente, en América Latina se ha establecido la obligatoriedad de que los bancos de sangre dispongan de sistemas de análisis de los donantes para prevenir la transmisión por transfusión de sangre (Rassi *et al.*, 2012).
- c) **Congénita:** como se ha mencionado, la principal forma de transmisión es mediante un insecto vector; sin embargo, el parásito también puede transferirse de madres infectadas a sus hijos por vía intrauterina. Los recién nacidos pueden presentar un amplio espectro de manifestaciones, que van desde apariencia sana y peso adecuado para la edad de gestación, hasta cuadros graves que pueden producir a la muerte, especialmente de los prematuros, siendo la hepatoesplenomegalia la forma más común (Pavia *et al.*, 2009). Tales casos no se pueden prevenir debido a que los medicamentos disponibles tienen efectos adversos, pero la detección temprana y el tratamiento inmediato con frecuencia tienen éxito. Sin embargo, como el tamizaje de las mujeres embarazadas y los recién nacidos no se ha llevado a cabo rutinariamente en la mayoría de los países endémicos de *T. cruzi*, la magnitud de la transmisión congénita de este patógeno, no ha sido analizada lo suficiente para considerarla como un problema de salud pública.
- d) **Trasplantes de órganos y tejidos:** se ha reportado sobre todo en casos de trasplante de riñón. Los trasplantes de corazón, médula ósea y páncreas de

donantes vivos y muertos son también posibles causas de transmisión de *T. cruzi* como se ha notificado en países como Argentina, Brasil, Chile y Venezuela (Guhl, 2009).

- e) **Oral:** en el caso del hombre, este tipo de transmisión ocurre de manera circunstancial, y actualmente se está presentando con cierta frecuencia en algunos países del continente americano como Brasil, Venezuela, Bolivia, Ecuador, Colombia y Argentina, además de ser identificada como responsable de la ocurrencia de brotes en diversas localidades. Los aspectos más importantes relacionados con la transmisión oral de la enfermedad de Chagas son los siguientes: la ingestión de alimentos contaminados con las deyecciones o de los triatominos infectados, la ingestión de carne cruda o mal cocida de mamíferos infestados, el consumo de sangre de animales infectados que tendrían alguna función terapéutica según creencias religiosas de grupos indígenas, hábitos primitivos de ingestión de triatominos y también por la contaminación de alimentos o utensilios a través de insectos rastreros contaminados con heces frescas de triatominos. La transmisión oral de la enfermedad de Chagas, es siempre dependiente del vector infectado o de sus reservorios. Por tanto, sin la presencia de un reservorio o vector de *T. cruzi*, el parásito por sí solo no se multiplica en alimentos (Rojas-Rivero, 2014).
- f) **Accidental:** puede ocurrir por descuido en el trabajo de laboratorio y de hospitales, debido al mal manejo del material biológico contaminado con *T. cruzi* por parte de los investigadores, o del personal colaborador, que no acata las medidas de seguridad en el laboratorio (Zavala *et al.*, 2005). Por lo cual, es de vital importancia trabajar con las medidas de seguridad correspondientes; utilización de guantes, bata de laboratorio así como gafas protectoras.

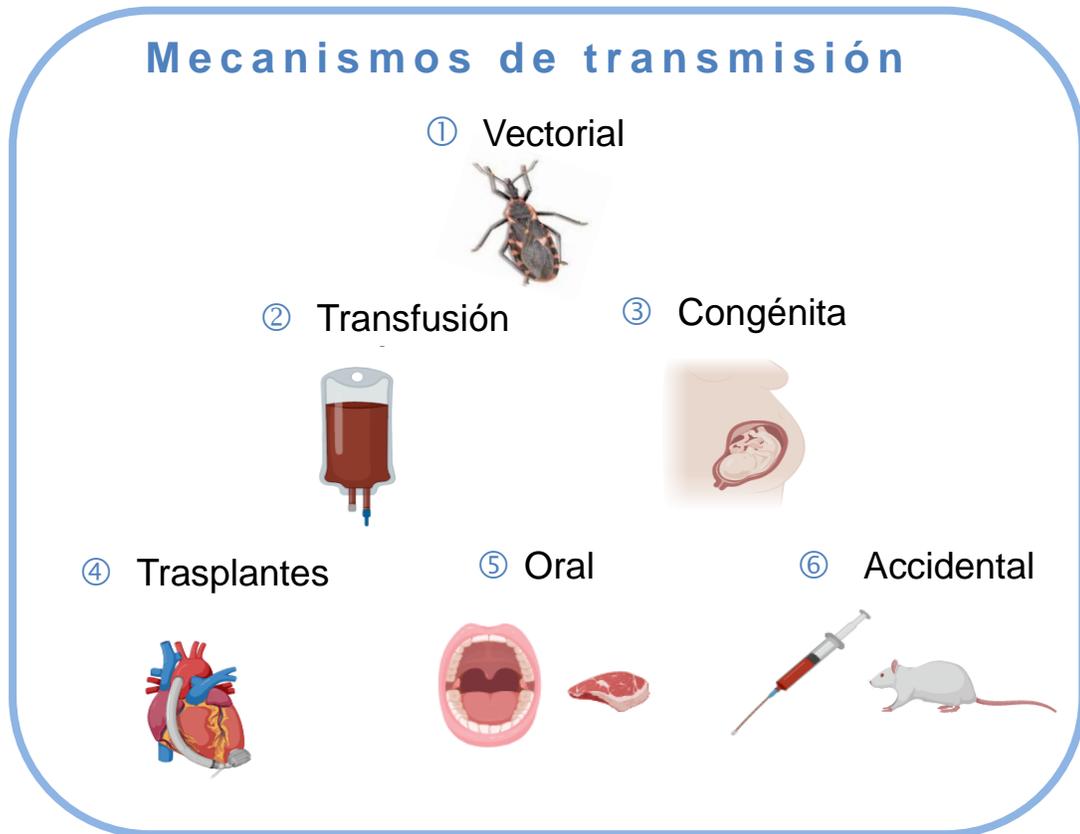


Figura 10. Mecanismos de transmisión por *T. cruzi*.

2.6 Cuadro clínico de la enfermedad de Chagas

En la historia natural de la enfermedad, se presentan la fase aguda, la crónica asintomática o indeterminada y la crónica sintomática (Salazar-Schettino *et al.*, 2016).

- **Fase aguda:** inicia al momento de adquirir la infección dura entre 30 y 90 días, se caracteriza por una alta parasitemia y es detectable por métodos parasitológicos, generalmente es asintomática. En la transfusión sanguínea los síntomas se presentan entre los 20 y 40 días de la transfusión. Menos del 5% presentan algunos signos y síntomas después de ocho a 10 días de la infección, conocidos como “puerta de entrada”, como el chagoma de inoculación, un proceso inflamatorio agudo localizado en el sitio de infección, produce una induración violácea, o edema unilateral bupalpebral con adenitis conocido como signo de

Romaña (complejo oftalmo-ganglionar), se acompaña de malestar general, fiebre, dolor muscular o articular; estos signos suelen desaparecer después de 30 a 60 días (WHO, 2010; Rassi *et al.*, 2012;).

- **Fase crónica:** comienza cuando los niveles de parasitemia son muy bajos y desaparecen síntomas. Se han identificado la forma asintomática o indeterminada y la sintomática (WHO, 2002).
- **Crónica asintomática o indeterminada:** la infección solo se detecta mediante pruebas serológicas, los métodos parasitológicos son de baja sensibilidad en esta fase. Aproximadamente el 70% de las personas infectadas permanecen en esta fase por el resto de su vida, se identifican mediante encuestas epidemiológicas o exámenes médicos y/o serológicos como en los donantes de sangre en zonas endémicas. Se pueden presentar alteraciones electrocardiográficas aisladas (taquicardia y arritmias), se detectan accidentalmente cuando el paciente presenta otro padecimiento y al realizar pruebas serológicas para detectar la infección por *T. cruzi*, resultan positivas; los individuos seropositivos se identifican mediante encuestas epidemiológicas, estudios de tamizaje en candidatos a donación, estudios electrocardiográficos y radiológicos del corazón esófago y colon (Mendoza-Rodríguez, 2015).
- **Crónica sintomática:** varios años después del inicio de la fase crónica, aproximadamente el 30% de las personas afectadas, desarrollan lesiones en diversos órganos, se han reportado alteraciones con aumento de tamaño (megas) principalmente en corazón, esófago y colon, así como en otras vísceras huecas (*ídem*).

2.7 Diagnóstico de la enfermedad de Chagas

Para el diagnóstico de la enfermedad de Chagas existen diversos métodos. Algunos de estos se utilizan mayoritariamente para propósitos de investigación, mientras que otros se emplean en los laboratorios de diagnóstico habitual. Actualmente, para el diagnóstico de los pacientes, la OMS recomienda la realización de dos pruebas basadas en diferentes principios y antígenos, y una tercera en caso de discordancia (De Villasante-Fuentes, 2015).

En general, los métodos se clasifican en directos o indirectos. La elección del tipo de examen a solicitar dependerá de la fase clínica de la enfermedad. En la etapa aguda, los métodos de elección, son los directos, puesto que tienen una alta sensibilidad, y en la fase crónica latente o indeterminada y crónica determinada, los métodos indicados son los indirectos o serológicos. (*ídem*).

2.7.1 Métodos directos

Son aquellos que establecen directamente la presencia del parásito, suelen denominarse métodos parasitológicos, y la mayoría están basados en la microscopía. En la fase crónica rara vez se pueden demostrar los parásitos por métodos directos (García *et al.*, 2010); los más utilizados son:

- **Observación microscópica al fresco:** identifica la presencia de tripomastigotes de *T. cruzi*, por observación directa, en una muestra de sangre periférica fresca u otro fluido.
- **Gota gruesa:** permite la concentración de la muestra de sangre. Se colocan tres a cuatro gotas de sangre sin anticoagulante en un portaobjeto, las que luego se desfibrarán para posteriormente teñirse y ser observadas al microscopio.
- **Método de concentración: Microstrout.** Examen microscópico de la fracción leucoplaquetaria de la sangre total a partir de un capilar de microhematocrito cargado con sangre del paciente, en búsqueda de las formas tripomastigotes de *T. cruzi*.
- **Xenodiagnóstico:** búsqueda de formas tripomastigotes de *T. cruzi* en deyecciones de triatominos que han succionado sangre de pacientes. Se utilizan para ello, ninfas de insectos libres de infección. Es útil en todas las etapas de la enfermedad, con una sensibilidad aproximada del 98% a 100 % en la etapa aguda, y de 50% a 70% en crónica en condiciones óptimas.

2.7.2 Métodos indirectos

Los métodos indirectos detectan el ADN del parásito (métodos moleculares, especialmente la reacción en cadena de la polimerasa [PCR]) o los anticuerpos anti-*T. cruzi* en la sangre del paciente (métodos serológicos) (García *et al.*, 2010).

- **Reacción en cadena de la polimerasa (PCR):** es una técnica de biología molecular que utiliza partidores específicos para amplificar un segmento del DNA de *T. cruzi* en muestras clínicas de pacientes. Es útil para ser empleadas en diferentes tipos de muestras y tejidos en fase aguda, crónica indeterminada y crónica determinada. La PCR utilizada principalmente en nuestro medio es de tipo cualitativa, es el examen confirmatorio en inmunodeprimidos y en menores de 9 meses y requiere de dos resultados positivos consecutivos para descartar falsos positivos de la técnica. En el caso de pacientes inmunocompetentes o mayores de 9 meses el resultado de PCR positivo debe ir acompañado de un resultado de búsqueda de anticuerpos positiva, lo que da por confirmado el resultado.
- **Aglutinación indirecta:** método que se basa en la reacción de glóbulos rojos sensibilizados con *T. cruzi* que entran en contacto con anticuerpos específicos del parásito produciéndose aglutinación (reacción positiva).
- **Enzima Inmuno Ensayo (ELISA):** placas de poliestireno son sensibilizadas con antígeno soluble de *T. cruzi*, los que se unirán a anticuerpos específicos contra el parásito si están presentes en la muestra. Se agrega conjugado formado por un anti-anticuerpo humano unido a una enzima y se podrá evidenciar una reacción positiva si al adicionar sustrato específico se desarrolla una reacción de color, que indicaría la presencia de anticuerpos en la muestra del paciente.
- **Inmunofluorescencia indirecta (IFI):** técnica que permite determinar la presencia de anticuerpos anti *T. cruzi* en diferentes muestras biológicas. Para estos efectos, se preparan placas de vidrio con pocillos a las que se le adhieren epimastigotes de *T. cruzi* (parásito completo) obtenidas de cultivo. Si el suero del paciente tiene anticuerpos, se produce una reacción antígeno-anticuerpo, la que se detecta con la adición de un segundo anticuerpo marcado con sustancias fluorescentes. Esta reacción se observa posteriormente en un microscopio de fluorescencia.
- **Western blot (inmunoelctrotransferencia):** permite detectar la presencia de anticuerpos anti *T. cruzi* que han sido separados mediante electroforesis y luego transferidos a una membrana sobre la cual se realiza una reacción enzimática, que según sea el conjugado empleado detecta la presencia de anticuerpos IgA,

IgG o IgM por separado o simultáneamente. Las reacciones positivas se observan como bandas de precipitación en tiras de membranas sensibilizadas.

2.8 Tratamiento

El tratamiento tiene dos grandes objetivos: 1) Primario: eliminar al parásito y contribuir en la disminución de la probabilidad de desarrollar las manifestaciones clínicas de la enfermedad y sus complicaciones; 2) secundario: contribuir en la interrupción de la cadena de transmisión del *T. cruzi* (SSA, 2015).

Actualmente sólo existen dos antiparasitarios específicos aprobados para el tratamiento, que son el Benznidazol y el Nifurtimox; ambos son controlados por la Secretaría de Salud y no existen comercialmente en ningún país. El Benznidazol actúa sobre la síntesis de ADN de *T. cruzi*, principalmente sobre tripomastigotes; se ha utilizado en la infección aguda y materno-fetal. El Nifurtimox inhibe la síntesis de ácidos nucleicos de los tripomastigotes, principalmente mediante la formación de radicales libres de oxígeno y se utiliza en casos agudos y crónicos (Rojo-Medina *et al.*, 2018).

III. ANTECEDENTES

Goldsmith en 1972, realizó encuestas epidemiológicas en los estados de Oaxaca y Chiapas, probablemente esta sea la primera encuesta epidemiológica sobre la enfermedad de Chagas en el estado, aunque fue hasta 1983 que publicó los resultados seronegativos en 54 individuos de la zona de Palenque y sus alrededores; además, reportó que en 1976 el Programa Nacional de lucha contra el paludismo realizó un estudio para identificar casos de paludismo en Chiapas, dentro de estos el hallazgo y notificación de 24 muestras positivas a *T. cruzi* en frotis de sangre.

Ortega *et al.* (1976) realizaron un estudio clínico-epidemiológico en las localidades de León Brindis y Agua Azul Chiquito, ubicados en el municipio de Palenque, donde reportaron un caso probable agudo con signo de Romaña y otro con alteraciones electrocardiográficas compatibles con la enfermedad de Chagas. En este estudio se colectaron 150 ejemplares de *Rhodnius prolixus*, siendo la mayoría ninfas del 4° y 5° estadio; se revisaron 21 triatominos procedentes de León Brindis y 24 de Agua Azul Chiquito, determinándose en los ejemplares la infección por *T. cruzi*, de 9.5% y 25% respectivamente.

Vidal-Acosta *et al.* (2000) realizaron una búsqueda parasitológica de *T. cruzi* en muestras de chinches *Triatominae* provenientes de 14 estados de México. La muestra fue de 5 399 ejemplares, de los cuales 13 fueron las especies de triatominos asociadas a las viviendas. El porcentaje de infección natural tuvo una amplia variación entre las especies. De las estudiadas, nueve se encontraron con infección natural; el mayor porcentaje de infección corresponde a *Triatoma pallidipennis*, *T. picturata*, *Rhodnius prolixus* y *T. longipennis*. Los estados con mayor porcentaje de infección fueron Nayarit, Morelos y Michoacán; además se presentaron nuevos registros estatales de *T. dimidiata*, *T. gerstaeckeri*, *T. longipennis*, *T. mexicana* y *T. pallidipennis* y uno local de *Pastronylus rufotuberculatus*. Además, se informó por primera vez la infección natural en algunas de ellas.

Concluyeron que se debe poner mayor énfasis en el estudio de la biología y aspectos bionómicos de los triatominos y realizar una vigilancia permanente para

tener los registros de distribución actualizados, así como para conocer los índices de infección natural por *T. cruzi*, de las especies domiciliarias, peridomiciliarias y de las que están en proceso de adaptación a la vivienda humana.

Mazariego-Arana *et al.* (2001) realizaron una encuesta serológica en cuatro zonas geográficas de Chiapas, con el propósito de actualizar los datos seroepidemiológicos en dicho estado. Como resultados obtuvieron que la tasa de seroprevalencia difirió entre las áreas geográficas. El Bosque (Lacandona) tuvo un nivel más alto 32%, seguido de las Montañas Centrales (13.8%) y en la Costa solo 1.2%, no se detectaron casos seropositivos en los 137 individuos recolectados en Mesochiapas.

La presencia de anticuerpos séricos reactivos con *T. cruzi* en dos o tres ensayos fue del 11.3%. Se detectaron anticuerpos séricos reactivos contra *T. cruzi* en todos los grupos de edad, pero en algunas aldeas, como Nueva Galilea y Nueva Jerusalem, ubicadas en el bosque lacandón, se detectaron casos seropositivos en niños menores de 10 años. Se observó una seropositividad del 23% hasta el 26% en los grupos de más de 21 años, mientras que en los individuos más jóvenes fue de alrededor del 10%.

Concluyeron que es importante seguir desarrollando y obteniendo información epidemiológica completa centrada en la biología del vector, reservorios y personas enfermas para promover un programa de control para la enfermedad de Chagas.

Sosa-Jurado *et al.* (2003) realizaron un estudio en nueve aldeas rurales del municipio Palmar de Bravo ubicadas en las tierras altas del estado de Puebla y en tres comunidades de la Selva Lacandona (Chiapas). En este estudio se encontró la presencia *T. barberi* en la zonas altas y *Rhodnius prolixus* para las zonas bajas. La seroprevalencia con las técnicas de IFI y ELISA fue de 4% en los individuos del Palmar del Bravo y de 22% en los individuos de la Selva Lacandona.

Segura y Escobar-Mesa (2005), realizaron un estudio en 11 jurisdicciones sanitarias del estado de Veracruz. Aplicaron un cuestionario sobre factores de riesgo, tomaron muestras de sangre en papel filtro y buscaron triatominos en el intra y peridomicilio. La prevalencia de la enfermedad de Chagas fluctuó entre 0 y 2.8%. Las jurisdicciones con mayor riesgo fueron Tuxpan, Pánuco y Córdoba, y sin riesgo, Orizaba. Los principales factores de riesgo de la vivienda fueron el techo y muro de palma/zacate y piso de tierra, así como la presencia del vector y la ventilación. El único transmisor domiciliado fue *T. dimidiata*, intradomiciliado 89%, y peridomiciliado 11%. El resultado del cálculo de los índices entomológicos en forma global fue 13.5% para el de infestación, colonización 60.8%, e infección natural 10.6%.

Benítez-Alva *et al.* (2012) revisaron la distribución de los triatominos asociados con la vivienda humana, así como la infección natural con *T. cruzi* en ejemplares originarios de los estados mexicanos de Aguascalientes, Chiapas, Guerrero, Jalisco, Michoacán y Oaxaca, a partir de muestras recibidas en el laboratorio de Entomología del Instituto de Diagnóstico y Referencia Epidemiológicos (InDRE-SSA), durante el periodo de 2006 a 2010. Examinaron un total de 1 910 ejemplares de siete especies, de las cuales *T. barberi*, *Meccus longipennis* y *M. pallidipennis* fueron las que presentaron un mayor índice de infección por *T. cruzi*, mientras que *M. pallidipennis* y *T. dimidiata* fueron las más ampliamente distribuidas.

Cenalmor-Aparicio *et al.* (2013) realizaron una encuesta clínico epidemiológica en el municipio de Chilón; la población de estudio consistió en 129 personas, de las cuales 97 eran mujeres y 32 hombres. Se emplearon dos estudios seroinmunológicos: inmunoenzimático ELISA e inmunofluorescencia indirecta (IFI). Los estudios mostraron 25 casos seropositivos (19%), de los cuales 22 fueron mujeres. Los factores asociados a la infección por *T. cruzi* fueron vivienda rural 79%, hacinamiento 82%, convivencia con animales 33%, el 100% refirió conocer al vector y el 62% señaló haber sido picado por el insecto; el 4% refirió antecedente de Signo de Romaña.

En la tesis doctoral de Vidal-López (2015) se realizó una descripción clínica y cardiológica en escolares menores de 18 años seropositivos a *T. cruzi* en dos comunidades de Chiapas. Para esto, se obtuvieron un total de 1 556 muestras sanguíneas incluidas en papel filtro que fueron tamizadas con la prueba inmunológica de ELISA indirecta para determinar su reactividad anti *T. cruzi*. A los escolares reactivos o dudosos, se les realizó en suero, un estudio de doble confirmación, utilizando nuevamente la prueba de ELISA así como la Inmunofluorescencia indirecta (IFI). Obteniendo como resultados tres casos seropositivos a *T. cruzi*, lo que representó el 0.19% de la población de estudio. Los menores seropositivos fueron valorados mediante estudios clínicos, electrocardiográficos y ecocardiográficos en el Hospital de Especialidades Pediátricas en Tuxtla Gutiérrez, encontrando en dos de ellos, hipertensión pulmonar ligera a moderada, así como insuficiencia pulmonar ligera, que sumado a su historia clínica los sitúa con patologías cardíacas atribuibles a una infección crónica chagásica. Con base en los resultados obtenidos, se confirmó que las localidades de estudio se encuentran en las zonas endémicas de la enfermedad de Chagas y deben estar sujetas a vigilancia epidemiológica por parte de Secretaría de Salud.

De Fuentes-Vicente *et al.* (2016) evaluaron la infección con *T. cruzi* en los cinco estadios de *T. dimidiata* y determinaron el tiempo de defecación postprandial. Para esto obtuvieron una colonia original de triatomíneos y un aislado de *T. cruzi* de la localidad Miguel Hidalgo, municipio de Copainalá, Chiapas. La presencia de *T. cruzi* en los triatomíneos se confirmó mediante la observación directa de frotis de las heces de todos los ejemplares en microscopio óptico a objetivo 40x. Se analizaron un total de 150 ejemplares, de las cuales 99 resultaron positivos a la infección con *T. cruzi* (66%) por corroboración de tripomastigotes metacíclicos en las heces. Concluyeron que se considera al quinto estadio de *T. dimidiata* como un transmisor eficaz de *T. cruzi*. Sin embargo, debido a la infección exhibida en todos los estadios, surge la necesidad de estudiar la capacidad de esta especie de transmitir al parásito durante todo su ciclo de vida; como por ejemplo, la metaciclogénesis por estadio. Un entendimiento sobre las bases de la transmisión vectorial fomentaría la creación de

estrategias que permitan reducir la tasa de morbilidad de la enfermedad de Chagas en las zonas endémicas.

Ruiz-Colorado *et al.* (2016), realizaron un muestreo en la comunidad de José María Morelos y Pavón del municipio de Cárdenas, Tabasco. Aplicando un cuestionario elaborado donde participaron 78 habitantes, siendo 66.7% mujeres, de las cuales el 46.2% en edad de 21 a 40 años y el 38.5% no tiene estudios. Los conocimientos resultaron 78.2% nulos y 21.8% deficientes, las actitudes ante el vector fueron regulares en el 14.1% de los participantes y buenas en el 85.9%. El sitio de refugio del vector fue debajo de la cama, grietas en paredes o debajo de láminas/objetos.

IV. OBJETIVOS

GENERAL

Evaluar algunos aspectos de la epidemiología de la enfermedad de Chagas en dos localidades de Berriozábal, Chiapas, México.

PARTICULARES

- Determinar la presencia de *T. cruzi* en triatomíneos colectados en las localidades de estudio.
- Determinar la presencia de anticuerpos a *T. cruzi* en los pobladores de las localidades de estudio.
- Determinar el conocimiento sobre componentes de la enfermedad de Chagas en los pobladores de las localidades de estudio.
- Identificar los factores de riesgo asociados a la vivienda en las localidades de estudio.

V. ZONA DE ESTUDIO

El municipio de Berriozábal, Chiapas, se localiza en el sureste de la República Mexicana, forma parte de las regiones fisiográficas de las Montañas del Norte y la Depresión Central (Gobierno Federal, 2019) (Figura 11). Sus coordenadas geográficas son 16° 43' 01.20" a 17° 01' 36.48" latitud norte y 93° 25' 50.52" a 93° 12' 15.84" longitud oeste; a una altitud entre 100 y 1 300 msnm (Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INEGI], 2010). Colinda al norte con los municipios de Tecpatán y Copainalá; al este con San Fernando y Tuxtla Gutiérrez y al oeste con Ocozocoautla de Espinosa. El clima predominante es cálido subhúmedo con lluvias en verano y una temperatura media anual de 23 °C; la precipitación pluvial es de 1 000 mm anuales. La vegetación está conformada por el 49.42% de selvas, alta perennifolia, baja caducifolia y mediana subperennifolia. (Gobierno Federal, 2019).

Berriozábal se conforma por 321 localidades (INEGI, 2015) de las cuales dos conforman la zona estudiada, Las Maravillas y Nuevo Chacacal.

Las Maravillas (Figura 12) se ubica en las coordenadas geográficas 16° 57' 28.078" latitud norte y 93° 19' 14.186" longitud oeste, a una altitud de 275 msnm (INEGI, s.da). Cuenta con 1 339 habitantes, de los cuales 675 son hombres y 664 son mujeres, el 18.97% de la población es analfabeta y cuentan con un grado de escolaridad del 3.90. Hay 400 viviendas, de ellas, el 96.81% cuentan con electricidad, el 91.88% tienen agua entubada y excusado o sanitario (Secretaría de Desarrollo Social [SEDESOL], 2010a).

Nuevo Chacacal (Figura 12) se sitúa 16° 58' 22.978" latitud norte y 93° 18' 46.437" longitud oeste, a una altitud de 257 msnm (INEGI, s.db). Cuenta con 130 habitantes, de los cuales 66 son hombres y 64 son mujeres. El 19.23% de la población es analfabeta y el grado de escolaridad es del 3.60. Hay 35 viviendas, de ellas el 96.67% cuentan con electricidad, el 86.67% tienen agua entubada y el 83.33% tiene excusado o sanitario (SEDESOL, 2010b).

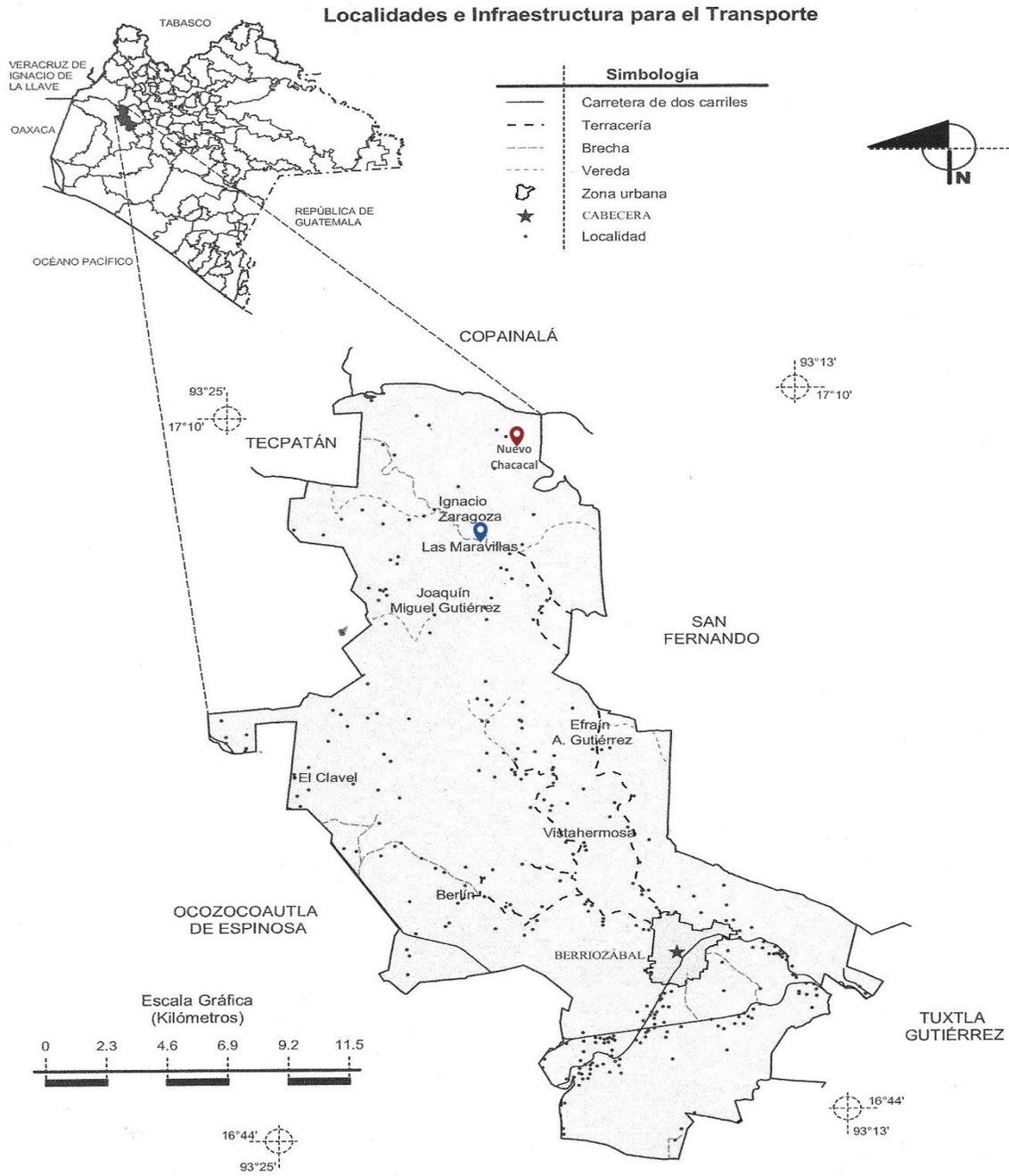


Figura 11. Ubicación de Berriozábal en Chiapas y las localidades Las Maravillas y Nuevo Chacacal (INEGI, 2005).



Figura 12. Mapa satelital de Las Maravillas y Nuevo Chacacal (Google, 2020).

VI. MÉTODOS

6.1 Trabajo de campo

Para la captura de los ejemplares (triatominos) y las muestras de sangre de los pobladores se realizó de acuerdo con la metodología propuesta por Cabrera-Bravo *et al.* (2018), la cual se describe a continuación:

6.1.1 Obtención del consentimiento informado

Se realizó una plática con el comisariado ejidal de la localidad para darle a conocer el objetivo del estudio y así mismo solicitar el permiso para poder llevar a cabo el proyecto.

Se impartió una plática informativa acerca del proyecto con los pobladores de la localidad (Figura 13) y se procedió con la entrega de una carta de consentimiento informado. Cabe mencionar que únicamente se tomaron muestras de sangre con los pobladores que aceptaron participar, así como también la captura de triatominos en sus respectivas viviendas.



Figura 13. Plática informativa con los pobladores de la localidad de Las Maravillas.

6.1.2 Captura de insectos triatominos (*T. dimidiata*)

En cada vivienda se realizaría la búsqueda de los triatominos en las grietas o fisuras en muros, techos (lámina, teja), pisos (tierra, madera); y meticulosamente detrás de cúmulos de objetos (madera, leña, piedras, ropa y papeles, entre otros). Esta búsqueda se haría en el intra y peridomicilio con énfasis en los dormitorios y en los sitios donde duermen los animales.

Para la captura se usarían pinzas, brochas y recogedores para evitar que se dañaran los ejemplares vivos, así como los muertos o las exuvias. Todos los ejemplares se guardarían en frascos separados, con ventilación adecuada, con papel plegado en forma de acordeón en el interior y etiquetados con la información requerida para cumplir con los objetivos del estudio (como se muestra a continuación).

- Fecha de captura, estado, jurisdicción sanitaria, municipio, localidad.
- Número de casa o nombre de jefe de familia.
- Sitio de captura (dormitorio, piso, techo, muro, corral, entre otros).
- Nombre del colector.
- Número de ejemplares.

6.1.3 Toma de muestras sanguíneas para estudios de tamizaje en papel filtro

Con una torunda impregnada con alcohol, se limpió la región donde se realizó la punción (región lateral de la falange distal del dedo índice), la cual se hizo con una lanceta desechable estéril (Figura 14).



Figura 14. Punción en la región lateral del dedo índice.

La muestra sanguínea se recogió en un papel corte de papel filtro de aproximadamente 1.5 x 1.5 cm, verificándose que la muestra se haya impregnado en el reverso del papel (Figura 15).



Figura 15. Muestra de sangre impregnada en papel filtro.

Las muestras se etiquetaron como se señala a continuación:

- Nombre completo
- Edad
- Folio
- Fecha de toma de muestra

Las muestras se dejaron secar para posteriormente envolverlas individualmente en papel absorbente (papel sanitario) y guardarlas en bolsas de polietileno, las cuales se conservaron en un lugar fresco, libre de humedad y a temperatura ambiente para su traslado y análisis inmunológico en el laboratorio de Biología de parásitos en la Facultad de Medicina de la UNAM.

A todas aquellas personas que resultaron reactivas en el tamizaje en papel filtro, se les tomó muestra obtenida por punción venosa periférica (Figura 16) para la confirmación en suero con ELISA e Inmunofluorescencia Indirecta (IFI), como se recomienda internacionalmente por los centros de referencia de la OPS y OMS (Ministerio de Salud y Acción Social de la República Argentina, 1996).



Figura 16. Toma de muestra por punción venosa periférica.

6.1.4 Aplicación de encuesta

Se realizó una encuesta de 16 preguntas (Anexo 1) a los jefes de familia que participaron en la toma de muestra de sangre. Dicha encuesta se enfocó en el conocimiento de la enfermedad de Chagas, el vector, reservorios (animales domésticos y de corral) y condiciones de la vivienda.

6.2 Trabajo de laboratorio

6.2.1 Identificación de *T. cruzi* en *T. dimidiata*

La primera visita a la comunidad fue informativa y para determinar la logística de la colecta de las chinches en las viviendas de las comunidades. No obstante, debido a la contingencia sanitaria y a que no se permitió el acceso a la comunidad por la pandemia del COVID-19, no se pudo realizar la búsqueda de las chinches. Por lo

tanto, la información referente a los triatominos en las viviendas se realizó de acuerdo con la información obtenida de las encuestas.

6.2.2 Tamizaje de las muestras en papel filtro

Las muestras fueron eluidas a partir de un círculo de 0.02 cm del papel filtro impregnado de sangre. El círculo se colocó en una microplaca, posteriormente se agregó 100 µL de solución amortiguada de fosfatos (PBS) pH 7.2 y se dejó en agitación durante toda la noche a 4°C.

Estos eluidos sirvieron como fuente de anticuerpos para el reconocimiento de los antígenos de *T. cruzi* de acuerdo con la técnica de ELISA que se describe más adelante.

6.2.3 Obtención del suero para pruebas de confirmación

Para la obtención de suero (Figura 17), las muestras de sangre se introdujeron en tubos secos sin anticoagulante previamente etiquetados. Las muestras se dejaron a temperatura ambiente en posición vertical hasta que se coagularan y se inició la retracción del coágulo (30-40 minutos después de obtener la muestra). Posteriormente los tubos se centrifugaron a 2 500-3 000 rpm (5-10 minutos) para separar el suero del coágulo. Las muestras de suero obtenidas fueron conservadas en congelación para el previo análisis (-20 °C).



Figura 17. Obtención de suero de las muestras sanguíneas a través de centrifugación.

6.2.4 Identificación de anticuerpos anti *T. cruzi*

6.2.4.1 Prueba serológica de inmunoensayo enzimático indirecta (ELISA)

La técnica de ELISA tanto para los eluidos sanguíneos (tamizaje) como en suero (de confirmación) se realizó de acuerdo con Voller (1978) de la siguiente manera:

6.2.4.2 Preparación de las placas

Se utilizó un extracto estandarizado de antígenos crudos de epimastigotes de la cepa TQ, obtenido por congelación y descongelación rápida de los parásitos. La solución proteica se ajustó a una concentración de 10 $\mu\text{L}/\text{mL}$ en una solución amortiguada de carbonato- bicarbonato pH 9.6. En cada micro pozo de una placa de poliestireno para ELISA, se colocaron 100 μL de la solución antigénica y se incubó por 24 horas a 4 $^{\circ}\text{C}$. Posteriormente se retiró la solución antigénica y se bloquearon los sitios libres con 200 μL de una solución amortiguada de fosfatos (PBS) pH 7.2 conteniendo Tween 20 al 0.05% y leche descremada al 1% por media hora. Se lavó tres veces cada pozo con PBS-Tween 20 al 0.05% (solución de lavado).

6.2.4.3 Detección de los anticuerpos contra *T. cruzi*

En cada micro pozo se colocaron 100 µL de las muestras de los pobladores (eluídos sanguíneos o sueros) diluidas 1:100 en PBS-leche 1% y se incubó a 37 °C por 30 minutos.

Se lavó tres veces con la solución de lavado y se agregó 100 µL por pozo de IgG de cabra con actividad anti humano unido a peroxidasa de rábano.

La solución reveladora consistió en disolver 25 mg/mL de ortho fenilendiamina (OPD) en amortiguador de sustrato citrato pH 5 y 10 µl de H₂O₂ al 30%; se colocó 100 µL de la solución reveladora por pozo y se mantuvo la placa en oscuridad; se detuvo la reacción después de 15 minutos con 100 µL por pozo con ácido sulfúrico 1 normal (N). Las lecturas en densidades ópticas se realizaron en un espectrofotómetro para microplacas (BIORAD modelo 550) a 490 nanómetros.

Se incluyeron en cada corrida muestras de controles positivo alto, positivo bajo y negativo. Los resultados fueron considerados de la siguiente manera:

- Reactivos (en los eluídos de papel filtro) o positivos (en las muestras de suero) los que mostraron lecturas mayores o iguales a 0.180 densidades ópticas (DO).
- Dudosa o en zona gris los valores entre 0.160 a 0.179 DO.
- Negativos los menores o iguales 0.160 DO.

6.2.4 Prueba Serológica de Inmunofluorescencia Indirecta (IFI)

Se fijaron epimastigotes cultivados de *T. cruzi*, en los pozos de una placa de vidrio. A los pozos con parásitos se le agregaron los sueros de los pacientes en diferentes diluciones (desde 1:4 hasta 1:1024) con PBS pH 7.2 y se incubaron a 37 °C por 45 minutos. Posteriormente se realizaron tres lavados a los pozos con PBS pH 7.2 para retirar perfectamente las proteínas séricas.

Se aplicaron a los pozos los anticuerpos ligados a colorantes fluorescentes (IgG de cabra con actividad anti-IgG humana unida a isotiocianato de fluoresceína) de acuerdo a las recomendaciones del proveedor (SIGMA). Después de una incubación de 30 minutos, se realizaron tres lavados con PBS pH 7.2.

Las placas se montaron con PBS glicerinado y se observaron en un microscopio de epifluorescencia. Se consideró positiva la reacción en los sueros a

partir de una dilución títulos igual o mayores de 1:32 y negativo con títulos menores a 1:32.

6.3. Análisis de datos

Para el análisis de las diferencias de la prevalencia entre las dos comunidades, se utilizó el programa estadístico Infostat 2019, recabando la información inicial en tablas dinámicas de Excel. Para el análisis de las encuestas, se utilizó el programa Epi Info versión 3.1.

VII. RESULTADOS

Se obtuvo la participación de un total de 317 individuos para toma muestra de sangre en papel filtro. De los cuales 227 eran de la localidad Las Maravillas y 90 de Nuevo Chacacal. En términos de la población total de cada localidad, se tuvo el 16.95 y 69.23% de participación, respectivamente (Cuadro 2).

En Las Maravillas el 47.57% (108/227) de los participantes fueron mujeres y el 52.42% (119/227) hombres. Para el caso de Nuevo Chacacal el 63.33% (57/90) fueron mujeres y el 36.67% (33/90) hombres (Figura 18).

Cuadro 2. Porcentaje de pobladores que participaron en el estudio.

Localidad	Población (SEDESOL,2010)	Muestra	%
Las Maravillas	1 339	227	16.95
Nuevo Chacacal	130	90	69.23
Total		317	

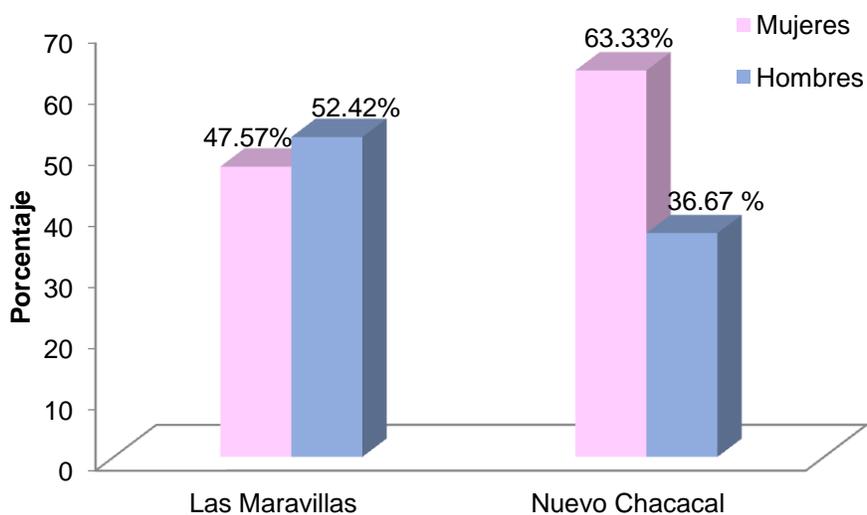


Figura 18. Porcentaje de mujeres y hombres que participaron en la toma de muestras de sangre.

De los participantes de Las Maravillas, el 70.48% (160/227) son originarios de dicha localidad, mientras que el resto de los participantes provienen de localidades cercanas o pertenecientes a otros municipios (Cuadro 3). En Nuevo Chacacal, el 91.11% (82/90) de los participantes son originarios de dicha localidad, mientras que el 6.67% (6/90) provienen de localidades de otro municipio (Simojovel) (Cuadro 4).

Cuadro 3. Localidad de origen de los participantes de Las Maravillas.

Nombre	Municipio	Número de individuos
El Danubio	Berriozábal	1
Emiliano Zapata	Berriozábal	42
Ignacio Zaragoza	Berriozábal	13
Las Maravillas	Berriozábal	160
Nuevo Chacacal	Berriozábal	2
Nuevo Montecristo	Berriozábal	4
Río Blanco	Berriozábal	1
Ribera Candelaria	San Fernando	3
Tuxtla Gutiérrez	Tuxtla Gutiérrez	1
Total		227

Cuadro 4. Localidad de origen de los participantes de Nuevo Chacacal.

Nombre	Municipio	Número de individuos
Las Maravillas	Berriozábal	2
Nuevo Chacacal	Berriozábal	82
Santa Catarina	Simojovel	1
Sin especificar	Simojovel	5
Total		90

El rango de edad de los participantes fue de 2 a 92 años (Figura 19). El grupo etario con mayor porcentaje fue de 11-20 años y de 1-10 años, lo que representa el 55.07% (125/227) y el 28.89% (26/90) en Las Maravillas y Nuevo Chacacal respectivamente.

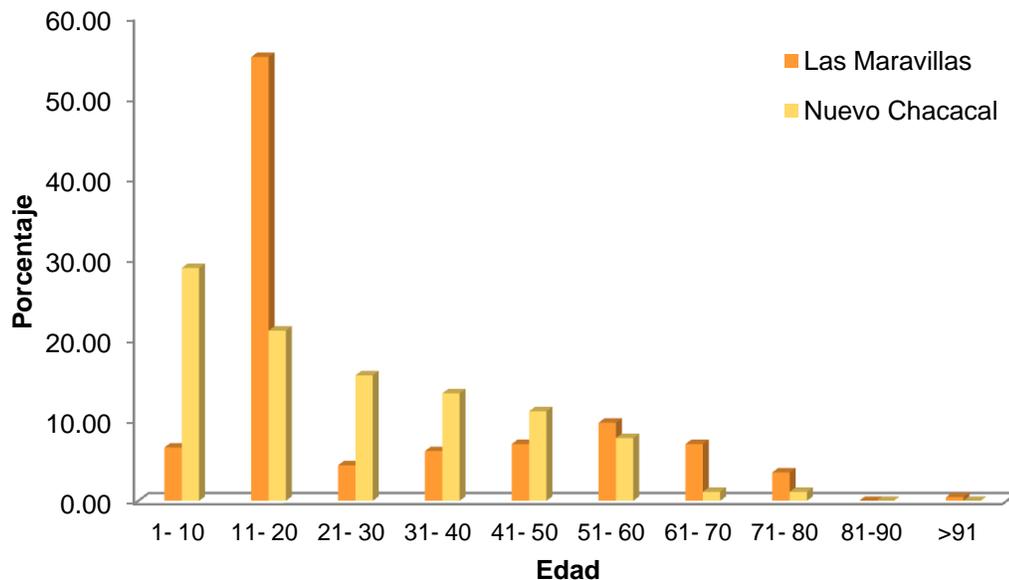


Figura 19. Rango de edad de la población de estudio.

7.1 Diagnóstico inmunológico

De los 317 eluidos obtenidos de muestras sanguíneas en papel filtro, 1.89% (6/317) fueron reactivos de la población estudiada, por localidad es mayor en mujeres 1.85% (2/108) y 0.84% de hombres (1/119) de Las Maravillas y lo mismo se observó en Nuevo Chacacal, el 3.51% de mujeres (2/57) y 3.03% de hombres (1/33); todos entre 17 y 63 años (Cuadro 5).

Cuadro 5. Porcentaje de mujeres y hombres reactivos a la presencia de anticuerpos anti-*T. cruzi* mediante el Inmunoensayo Enzimático Indirecto (ELISA).

Localidad	Mujeres			Hombres			Total		
	N	Reactivos	%	N	Reactivos	%	N	Reactivos	%
Las Maravillas	108	2	1.85	119	1	0.84	227	3	1.32
Nuevo Chacacal	57	2	3.51	33	1	3.03	90	3	3.33

Reactivo: \geq a 0.180 densidades ópticas (DO).

N: Número de individuos.

%; Porcentaje.

De las seis muestras que resultaron con reactividades positivas en el tamizaje, sólo se obtuvieron tres muestras de suero para las pruebas de confirmación (ELISA e IFI), las cuales resultaron positivas. Con base a lo anterior, se obtuvo una seroprevalencia del 0.95% (3/317) en la población estudiada, correspondientes a personas del sexo femenino. Por localidad, se obtuvo seroprevalencias del 0.44% (1/227) y 2.22% (2/90) en Las Maravillas y Nuevo Chacacal, respectivamente (Cuadro 6).

Cuadro 6. Porcentaje de hombres y mujeres positivos a las pruebas de confirmación mediante el Inmunoensayo Enzimático Indirecto (ELISA) e Inmunofluorescencia indirecta (IFI).

Localidad	Mujeres			Hombres			Total		
	N	Positivos	%	N	Positivos	%	N	Positivos	%
Las Maravillas	108	1	0.95	119	-	-	227	1	0.44
Nuevo Chacacal	57	2	3.51	33	-	-	90	2	2.22

ELISA positiva: valores \geq a 0.180 densidades ópticas (DO).

IFI Positivo: dilución sérica \geq 1:32

N: Número de individuos

7.2 Factores de riesgo

7.2.1 Conocimiento del vector

Los resultados que se obtuvieron de la entrevista aplicada a 117 participantes, más del 50% mencionó no conocer al vector en ambas localidades, ya que solo el 30.11% (28/93) y 45.83% (11/24) en Las Maravillas y Nuevo Chacacal respectivamente mencionó conocer al vector (Figura 20).

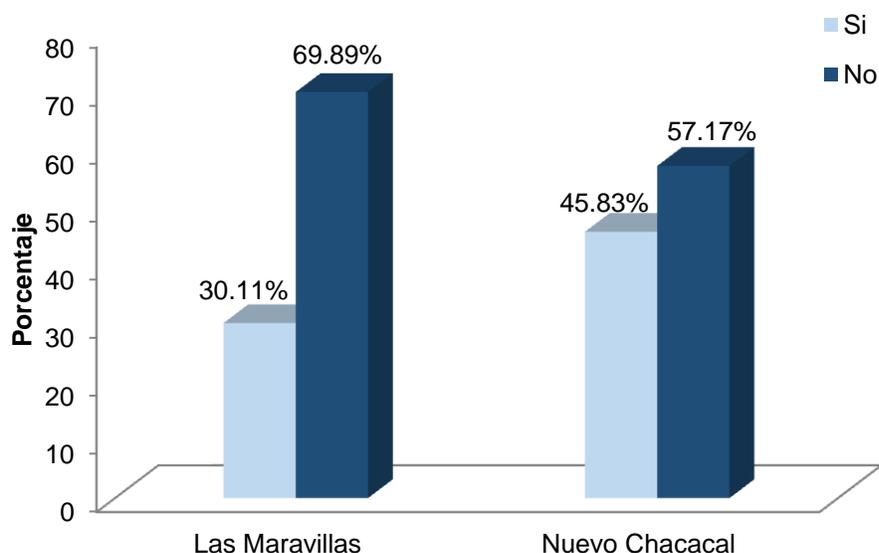


Figura 20. Conocimiento del vector en las localidades.

Respecto a la observación del vector en la vivienda, el 18.28% (17/93) de los entrevistados de Las Maravillas respondió haberlo visto en la vivienda y en Nuevo Chacacal, el 8.33% (2/24) mencionó también haberlo visto (Figura 21). Con base en este dato, a los entrevistados que respondieron “Si” se les cuestionó en qué área de la vivienda fue visto, a lo cual en Las Maravillas, el 47.06% (8/17) mencionó haberlo visto en el intradomicilio, el 35.29% (6/17) en el peridomicilio y el 17.65% (3/17) no mencionó un área en específico (Cuadro 7).

Únicamente el 8.33% de los entrevistados en Nuevo Chacacal mencionaron haber visto al vector, sin embargo no especificaron el área donde fue observado.

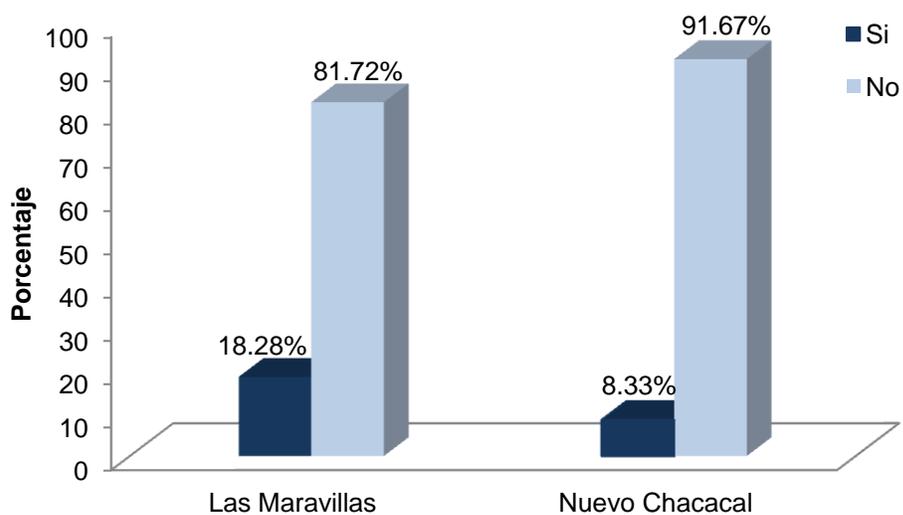


Figura 21. Observación del vector en las localidades.

Cuadro 7. Área de la vivienda en la localidad Las Maravillas donde se observó al vector.

Área	Frecuencia	%
Intradomicilio	8	47.06
Peridomicilio	6	35.29
Sin especificar	3	17.65
Total	17	100

%; Porcentaje

De los entrevistados que respondieron haber visto al vector en el peridomicilio, el 11.76% (2/17) mencionó haberlo visto en árboles, así como en otras partes, como la basura, bodegas, milpas y el patio; por otra parte, se observó que el mayor porcentaje (35.29%) de los entrevistados que respondieron haberlo visto en el intradomicilio, no mencionaron un área en específico; sin embargo mencionaron

otras partes del interior de la vivienda, como la cocina, el colchón de la cama así como en prendas (toallas). Todos estos resultados se registraron en el cuadro 8.

Cuadro 8. Áreas específicas de la vivienda en la localidad Las Maravillas donde han visto al vector.

Intradomicilio	F	%	Peridomicilio	F	%	Sin especificar	F	%
Sin especificar	3	17.65	Árbol	2	11.76		3	17.65
Toalla	2	11.76	Basura	1	5.88			
Lámpara	1	5.88	Bodega	1	5.88			
Colchón	1	5.88	Milpa	1	5.88			
Cocina	1	5.88	Patio	1	5.88			

F: Frecuencia

#: Porcentaje

7.2.3 Presencia de animales domésticos y de corral en la vivienda

En Las Maravillas, el 59.14% (55/93) y en Nuevo Chacacal el 25% (6/24) de los pobladores tienen animales domésticos (Figura 22). Los animales mencionados fueron el perro y el gato, siendo el perro el cual obtuvo mayor porcentaje en ambas localidades (Cuadro 9).

También se registró presencia de animales de corral en las viviendas, a lo cual en Las Maravillas el 82.80% (77/93) y en Nuevo Chacacal el 75% (18/24) se mencionó tenerlos (Figura 23). Dentro de la lista de animales mencionados se encuentran borregos, gallinas, patos, entre otros, siendo la gallina la que obtuvo un mayor porcentaje de presencia en ambas localidades (Cuadro 10).

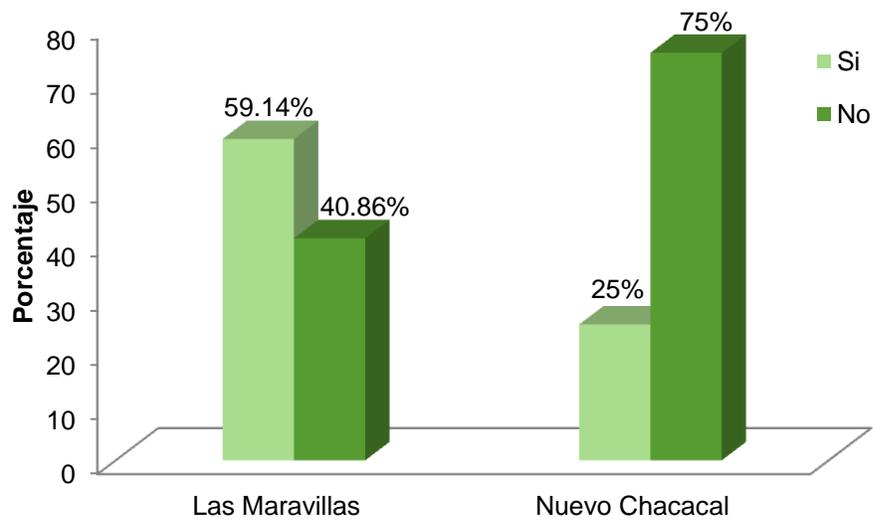


Figura 22. Porcentaje de pobladores que mencionaron tener animales domésticos.

Cuadro 9. Frecuencia de la presencia de animales domésticos en las viviendas de cada localidad.

Animales	Las Maravillas		Nuevo Chacacal	
	F	%	F	%
Perro	48	87.27	5	83.33
Perro y gato	7	12.73	1	16.67
Total	55	100	6	100

F: Frecuencia

?: Porcentaje

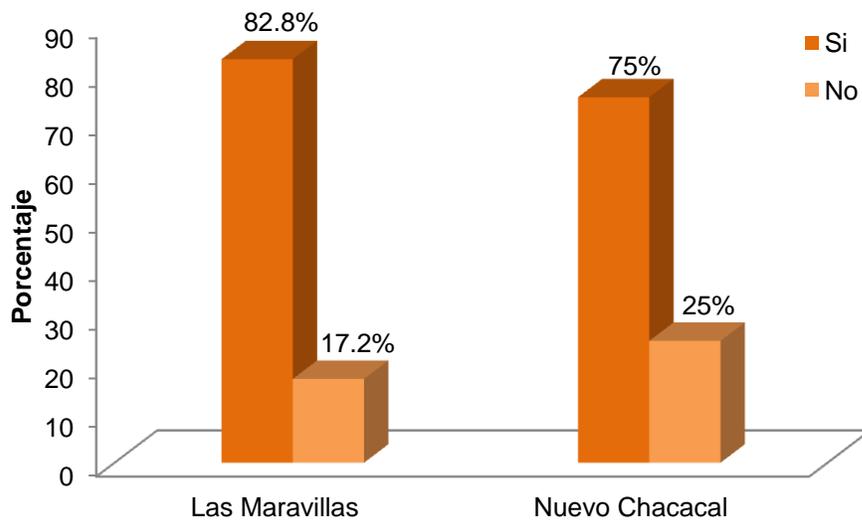


Figura 23. Porcentaje de pobladores que mencionaron tener animales de corral.

Cuadro 10. Frecuencia de la presencia de animales de corral en las viviendas de cada localidad.

Animales	Las Maravillas		Nuevo Chacacal	
	F	%	F	%
Gallina	41	53.33	11	61.11
Pollo	20	26.0	6	33.33
Caballo	4	5.2	0	0
Gallina, pavo	3	3.9	0	0
Pavo	2	2.6	0	0
Vaca	2	2.6	0	0
Borrego	1	1.3	0	0
Conejo	1	1.3	0	0

Gallina, caballo	1	1.3	0	0
Gallina, pavo, pato	1	1.3	0	0
Vaca, caballo	1	1.3	0	0
Sin especificar	0	0	1	5.56
Total	77	100	18	100

F: Frecuencia

?: Porcentaje

7.2.4 Materiales de construcción de la vivienda

De los resultados obtenidos en Las Maravillas, se registraron 15 combinaciones de materiales de construcción de las viviendas, por el cual la combinación que mayor porcentaje obtuvo fue el de techo de lámina, muros de block y piso de cemento, ésta con un valor del 33.33% (31/93) (Figura 24); mientras tanto en Nuevo Chacacal se registraron seis combinaciones a lo cual el 50% (12/24) de los entrevistados mencionaron que las viviendas fueron construidas con techos de lámina, muros de ladrillo y piso de cemento (Figura 25).

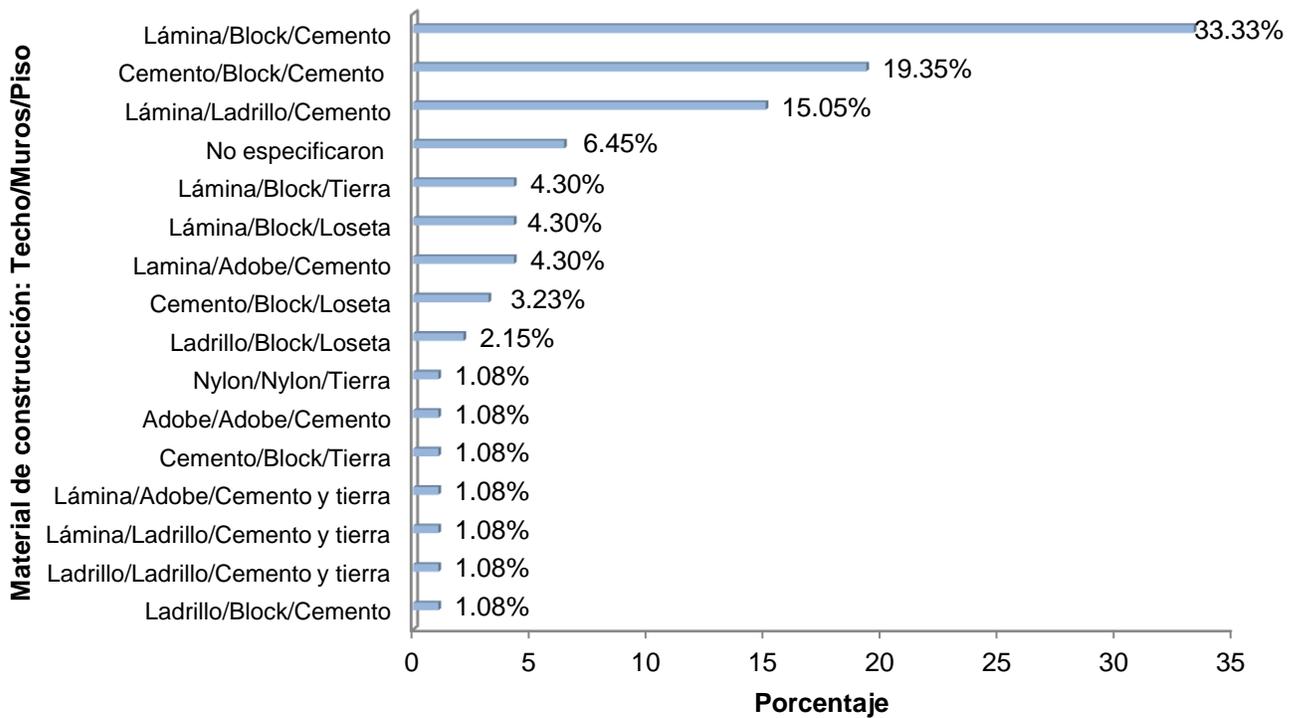


Figura 24. Porcentaje de la combinación de materiales utilizados para la construcción de las viviendas en Las Maravillas.

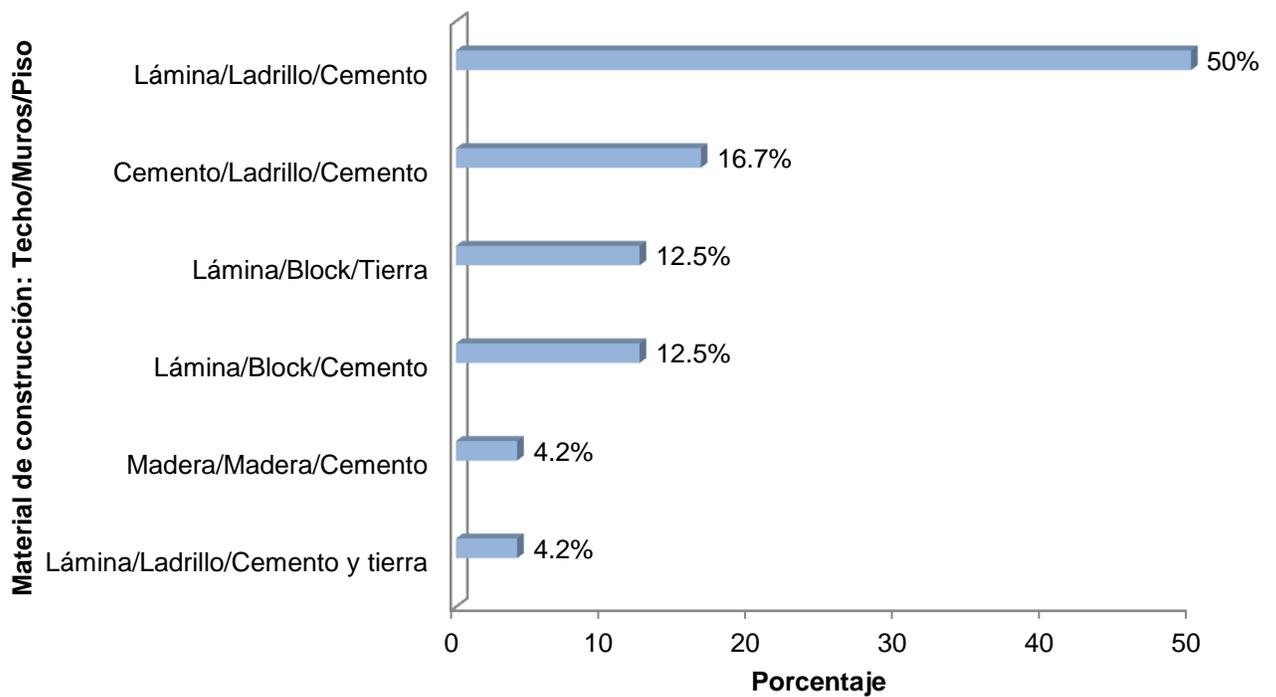


Figura 25. Porcentaje de la combinación de materiales utilizados para la construcción de las viviendas en Nuevo Chacacal.

VIII. DISCUSIÓN

La enfermedad de Chagas es un padecimiento que puede causar grandes pérdidas económicas debido a la incapacidad laboral que produce y por los gastos en tratamiento, sobre todo en pacientes crónicos, ya que se ha estimado que el costo de por vida de un paciente puede llegar a ser de hasta 10 mil dólares (Ramsey *et al.*, 2012). Es por ello, que las campañas de detección temprana son de suma importancia o al menos, de detectar la enfermedad para ofrecer tratamiento y que le permita al paciente mejorar su calidad de vida y disminuir la cronicidad.

En este estudio, llevado a cabo en dos localidades de Berriozábal, Chiapas, se logró detectar la reactividad en seis pobladores y confirmarla en tres. La seroprevalencia obtenida fue del 0.95%. Nuevo Chacacal registró un valor mayor (2.22%) que Las Maravillas (0.44%), la diferencia entre las seroprevalencias de las localidades pudo deberse a que en los pobladores de Nuevo Chacacal hubo una mayor disposición de participar en el estudio; además de la diferencia del tamaño de la población entre localidades, ya que el conocimiento de la realización del estudio no pudo llegar a todos los pobladores de Las Maravillas.

La seroprevalencia obtenida, difiere a la de otros estudios realizados en Chiapas; Mazariego-Arana *et al.* (2001) reportaron seroprevalencias de hasta 32% en poblaciones abiertas de diferentes zonas geográficas de Chiapas. Vidal-López (2015) realizó un estudio en dos localidades de Chiapas (San Fernando y Copainalá), donde se encontró una seroprevalencia del 0.19% en la población estudiada. Estos datos apoyan la hipótesis de que la seroprevalencia dentro del estado de Chiapas, está influenciada por las condiciones geográficas, ambientales, de vivienda y las especies de vectores triatomíneos.

Por lo tanto, los hallazgos en este estudio confirman la presencia de anticuerpos a *T. cruzi* en la zona de estudio y que la circulación del parásito sigue activa en varias zonas del estado. Si bien la seroprevalencia encontrada no fue tan elevada, si no se diseñan campañas de control vectorial o detección, la enfermedad de Chagas podría convertirse en un gran problema de salud pública difícil de erradicar.

Las tres personas que fueron confirmadas con la presencia de anticuerpos fueron examinadas bajo un electrocardiograma para evaluar posibles daños al corazón. Afortunadamente, los electrocardiogramas no mostraron evidencia de algún daño al corazón, lo que comúnmente pasa con pacientes enfermos de Chagas en México y que este problema podría conducir a un infarto fulminante.

Una de las pacientes cuenta con 16 de años de edad, por lo que su detección es de gran ayuda para ofrecer un tratamiento que permita poder curarla y llevar una vida normal. Las dos pacientes restantes, tenían entre 45 y 50 años de edad, una de las cuales, mencionó ya haber sido diagnosticada con la enfermedad desde hace más de 15 años. Es por ello, que quizá la presencia de anticuerpos se deba a la infección previa y no a una reactivación o reinfección de la enfermedad. En su diagnóstico previo, esta paciente recibió tratamiento, razón por la cual posiblemente no se encontró daño al músculo cardíaco, característica de pacientes que son portadores de la enfermedad por mucho tiempo. Por último, la tercera paciente confirmada con la infección no recuerda haber sido picada por las chinches, pero sí afirma conocerla. Es probable que la infección haya ocurrido mientras la paciente dormía, ya que es común que los insectos triatominos se alimentan de noche mientras los hospederos duermen.

Además, ninguna de las tres pacientes mencionó haber presentado síntomas o signos (fiebre, malestar general mareos, dolor de cabeza, hinchazón por piquete) sin motivo aparente, lo que apoya lo conocido hasta ahora de que casi el siete de cada 10 personas infectadas son asintomáticas (Salazar-Schettino *et al.*, 2016). Este hecho pone de manifiesto aún más la peligrosidad de la enfermedad de Chagas, pues muchas personas no saben si quiera que portan la infección. Y en el caso de las mujeres, podrían pasar la enfermedad a sus hijos a través del embarazo.

Gracias a este estudio, las tres pacientes confirmadas podrán recibir tratamiento para intentar reducir los daños que ocasiona el parásito, pero el seguimiento clínico será motivo de otro estudio por personal médico con amplia experiencia. Desconocemos el motivo por el que los otros tres pacientes reactivos no acudieron a la segunda toma de muestra para el examen confirmatorio como indica la OMS. Pero en la experiencia del grupo de trabajo, a veces las personas

desconfían de los resultados o no le dan la importancia necesaria por el desconocimiento de la enfermedad. Es por ello, que también se necesitan campañas de concientización para hacer que los habitantes de zonas endémicas de la enfermedad de Chagas participen en el cuidado de su salud.

Debido a la contingencia sanitaria ocasionada por la enfermedad del COVID-19 y atendiendo a las recomendaciones sanitarias realizadas por la Secretaría de Salud, no se pudo realizar la búsqueda activa de los triatominos en las viviendas de ambas localidades. Es por ello que la información de los vectores se obtuvo de las encuestas que fueron aplicadas inicialmente cuando se obtuvieron las muestras en papel filtro.

Los resultados de la encuesta aplicada indican que menos del 50% de pobladores de ambas localidades conocen al vector. Este dato es similar a lo reportado en Tabasco, por Ruiz-Colorado *et al.* (2016), esto es evidencia del desconocimiento de la población acerca de los aspectos básicos sobre la enfermedad de Chagas, por ejemplo, el reconocimiento del vector y el mecanismo de transmisión del parásito.

El 18.28% y 8.33% de los pobladores de Las Maravillas y Nuevo Chacacal respectivamente, indicaron haber visto al vector en la vivienda. Estos resultados pueden explicarse a sus hábitos nocturnos, ya que en el ciclo doméstico de la transmisión parasitaria, el ser humano ha sido el reservorio más importante y al existir un contacto estrecho entre el hospedero-vector, los triatominos frecuentemente pican a las personas mientras duermen (Crocco *et al.*, 2002).

De acuerdo a las áreas donde fue observado, en Las Maravillas el área con mayor porcentaje fue el intradomicilio (47.06%); mientras tanto en Nuevo Chacacal no especificaron ninguna área. López-Ordoñez *et al.* (2006), reportaron que *T. dimidiata* se encuentra domiciliada, lo que coincide con que el mayor porcentaje de los pobladores lo hayan observado en dicha área. Además, se observó que algunos pobladores omiten responder al creer que la presencia del vector se debe a falta de limpieza en la vivienda o por otras cuestiones sociales como el señalamiento.

Por otra parte, algunos factores facilitan la infestación y permanencia de los triatominos en las viviendas y, por lo tanto, la interrelación hospedero-vector. Uno de

ellos es la presencia de animales, ya que incrementa y preserva la población al convertirse en fuente de alimentación, algunos pueden incluso ser predadores de triatominos, y a la vez desempeñar un papel en la dispersión pasiva de vectores, constituyéndose como hospedadores y/o reservorios de ellos. Los animales domésticos constituyen el primer contacto que tiene el triatomo cuando invade la vivienda (Lent y Wygodzinsky 1979; Carcavallo *et al.*, 1988).

De los resultados obtenidos, el 59.14% de los pobladores de Las Maravillas y el 25% en Nuevo Chacacal, indicaron tener animales domésticos. En ambas localidades los animales domésticos mencionados fueron el perro y el gato, de los cuales, el perro fue el animal con mayor presencia en ambas localidades.

Segura y Escobar-Mesa (2005), mencionan que los perros y gatos representan una fuente de alimentación para los triatominos; además diversos estudios han encontrado que los perros, además de servir como fuente sanguínea para los triatominos, cuando son infectados por *T. cruzi* mantienen una parasitemia a lo largo de toda su vida, siendo un reservorio potencial muy importante (Gurtler *et al.*, 1992).

Los animales infectados incrementan la probabilidad de infección de otros animales domésticos y aumentan el riesgo de contagio en los humanos (Guzmán-Bracho, 2001). A lo cual se deduce que una estrecha convivencia de los pobladores con los animales incrementa el riesgo de transmisión de la enfermedad. Por eso es importante que el lugar donde duermen los animales domésticos en las áreas donde es frecuente la presencia de triatominos, se mantenga fuera de la vivienda, ya como se mencionó anteriormente, los triatominos prefieren alimentarse de noche.

Otro factor de riesgo es la presencia de los animales de corral al interior de las viviendas o cerca de ellas. El 82.80% y 75% de los pobladores de Las Maravillas y Nuevo Chacacal respectivamente, indicaron tener animales de corral. En comparación con los animales domésticos, se observó que hubo mayor diversidad de especies; siendo la gallina, el animal de corral con mayor presencia en ambas localidades. Hurtado *et al.* (2014) determinaron que la cría de gallinas y otras aves domésticas es frecuente en las comunidades y que estos vertebrados son resistentes a la infección con *T. cruzi*, pero los triatominos pueden alimentarse con su sangre de

este modo se atraen los triatominos infectados hacia el peridomicilio y el domicilio (Cecere *et al.*, 1997). Otros autores han sugerido que las aves pueden servir como centinelas de la infestación con triatominos de otras especies (Martínez-Ibarra *et al.*, 2010); los triatominos serían atraídos inicialmente a los gallineros en lugar de hacia el domicilio.

Las gallinas son fuentes de alimento para los triatominos y su presencia en las áreas domiciliarias impacta la ecología doméstica de la enfermedad de Chagas, ya que, incrementan la infestación del domicilio, conllevando a un incremento en el contacto del vector con los reservorios domésticos, y aumentando de esta manera el número de triatominos infectados (Cortés-Suárez, 2005).

En Las Maravillas, el mayor porcentaje de las viviendas están construidas con techos de lámina, muros de block, y piso de cemento. Mientras tanto, en Nuevo Chacacal, el mayor porcentaje de las viviendas cuenta con techos de lámina, muros de ladrillo y piso de cemento.

Segura y Escobar-Mesa (2005), mencionan que el material de construcción de la vivienda representa un factor importante en la transmisión de la enfermedad, ya que puede proveer al vector las características para la permanencia y su reproducción en ella. Aunque los resultados indicaron que la mayoría de las viviendas están construidas con materiales sólidos, los cuales no se consideran de riesgo, se ha observado que *T. dimidiata*, tiene una presencia ligada al hacinamiento y no a estructuras de riesgo, considerándose la presencia de esta especie vectora un factor de riesgo para cualquier tipo de vivienda (Cortés y Suarez, 2005). Se observó que había viviendas que no contaban con protección en el área de ventilación, como son ventanas, lo cual permite el fácil acceso de los triatominos a la vivienda (Figura 26).

La protección de puertas o ventanas ha mostrado ser una herramienta útil para prevenir que insectos silvestres entren a las viviendas para alimentarse de las personas o intentar infestarlas (Salazar-Schettino *et al.*, 2016). No obstante, hay que tener en cuenta que realizar estas acciones suponen un costo económico para las familias, costo que muchas no pueden solventar, por lo que se requiere contar con

materiales de bajo costo, duraderos y accesibles para la mayoría de las familias de las zonas endémicas.



Figura 26. Vivienda y acercamiento de una ventana de ésta, la cual no contaba con protección.

IX. CONCLUSIONES

- A través de pruebas serológicas, se demostró la reactividad a la enfermedad de Chagas en seis pobladores de dos localidades de Berriozábal, Chiapas; logrando confirmar la enfermedad en tres de ellos. Con lo anterior, se obtuvo una seroprevalencia de 0.95%.
- Las tres personas con examen confirmatorio manifestaron tener algún problema relacionado con el corazón (fatiga, dolor en pecho, taquicardia).
- Aunque no se pudo demostrar la presencia de insectos triatomínicos, las encuestas revelan que al menos el 33.3% de la población total conocen al vector y la han visto tanto al interior de la vivienda como en el peridomicilio.
- Se observó que en las localidades se mantiene estrecha relación con los animales domésticos y de corral, lo que incrementa el riesgo para la infestación de los insectos triatomínicos
- En las dos localidades se observan materiales de construcción que propician la infestación de los insectos triatomínicos.

X. RECOMENDACIONES

- Realizar un muestreo activo de triatominos en las viviendas de ambas localidades de estudio, ya que por la pandemia del COVID-19 no se pudo realizar la búsqueda.
- Realizar campañas de concientización sobre la enfermedad de Chagas en las localidades de estudio, a fin de que los habitantes participen en el cuidado de la salud.
- Dar seguimiento a los pacientes enfermos de Chagas de este proyecto, para ver la eficacia del tratamiento.
- Realizar otras campañas de estudio de la enfermedad de Chagas en zonas aledañas, ya que en el municipio de Berriozábal se ha documentado la presencia de triatominos.
- Diseñar y realizar una campaña estatal de información sobre la enfermedad de Chagas, ya que nuestro estado es considerado una zona endémica.

XI. REFERENCIAS DOCUMENTALES

- Ashford, R. 1996. Leishmaniasis reservoirs and their significance in control. *Clinics in Dermatology*. 14: 523-532.
- Benitez-Alva, J. I., Huerta, H. y Téllez-Rendón, J. L. 2012. Distribución de triatominos (Heteroptera: Reduviidae) asociados a la vivienda humana y posibles zonas de riesgo en seis estados de la república mexicana. *BIOCYT Biología, Ciencia y Tecnología UNAM*. 5 (17): 327-249.
- Bustamante, D. M. 2001. Comparación Morfométrica de Poblaciones Mesoamericanas del insecto vector de la Enfermedad de Chagas, *Triatoma dimidiata* (Latreille) 1811 (Hemiptera: Reduviidae: Triatominae). Informe Final Ejercicio Profesional Supervisado. Escuela de Biología. Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala.
- Cabrera-Bravo, M., Salazar-Schettino, P. M., Bucio-Torres, M. I. y González-Roldán, J. F. 2018. Enfermedad de Chagas, procedimientos para el trabajo de campo. Departamento de Microbiología y Parasitología. Facultad de Medicina, UNAM. Ciudad de México, México.
- Carcavallo, R. U, Canale, D. M. y Martínez, A. 1988. Hábitats de triatominos argentinos y zonas ecológicas donde prevalecen. *Chagas*. 5: 8-17.
- Carcavallo, R. U., Galíndez-Girón, I., Jurberg, J. y Lent, H. 1999. Atlas of Chagas disease vectors in the Americas. Ed. Fiocruz. Río de Janeiro, Brazil.
- Cecere, M.C., Gürtler, R. E., Chuit, R. y Cohen, J. E. 1997. Effects of chickens on the prevalence of infestation and population density of *Triatoma infestans* in rural houses of north-west Argentina. *Medical and Veterinary Entomology*. 11: 383-388.
- Cenalmor-Aparicio, C., Ballinas-Verdugo, M. y Reyes, P. A. 2013. Tripanosomosis americana (enfermedad de Chagas) en el municipio de Chilón, Chiapas: una encuesta clínico epidemiológico. *Salud Pública de México*. 55 (2): 145-150.
- Centers for Disease Control and Prevention (CDC). 2017. Parasites American Trypanosomiasis (also know as Chagas disease). <https://www.cdc.gov/parasites/chagas/index.html>. Consultado el 15 de mayo de 2019.

- Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades (CDC). 2016. Epidemiología y factores de riesgo. <https://www.cdc.gov/parasites/chagas/es/epidemiologia.html>. Consultado el 17 de mayo de 2019.
- Cortés, L. y Suárez, H. 2005. Triatominos (Reduviidae: Triatominae) en un foco de enfermedad de Chagas en Talaigua Nuevo (Bolívar, Colombia). *Revista Biomédica*. 25: 568-574.
- Coura, J. R. 2002. Emerging Chagas diseases in Amazonian Brazil. *Trends in Parasitology*. 4 (18): 171-175.
- Crocco, L., Catalá, S. y Martínez, M. 2002. Enfermedad de Chagas y sus vectores. Ed. Universitas. Córdoba, Argentina.
- Cruz-Reyes, A. y Pickering-López, J. M. 2006. Chagas disease in Mexico: an analysis of geographical distribution during the past 76 years-a review. *Memorias do Instituto Oswaldo Cruz*. 101 (4): 345-354.
- De Fuentes-Vicente, J. A., Gutiérrez-Cabrera, A. E., Flores-Villegas, A. L., Lowenberger, C. A., Benelli, G., Salazar-Schettino, P. M. y Córdoba-Aguilar, A. 2018. What makes an effective Chagas disease vector? Factors underlying *Trypanosoma cruzi*-triatomine interactions. *Acta Tropica*. 183: 23-31.
- De Fuentes-Vicente, J. A., Vidal-López, D. G., Gutiérrez-Jiménez, J. y Schlie-Guzmán, M. A. 2016. Tasa de infección y tiempo de defecación de los estadios ninfales de *Triatoma dimidiata* (Latreille, 1811) después de la infección experimental con *Trypanosoma cruzi*. *Revista Biomédica*. 27 (3): 111-117.
- De Villasante-Fuentes, M. 2015. El diagnóstico de la enfermedad de Chagas. *AMF*. 11 (3): 141-145.
- Díaz, M. L. y González, C. I. 2014. Enfermedad de Chagas agudo: transmisión oral de *Trypanosoma cruzi* como una vía de transmisión re-emergente. *Revista de la Universidad Industrial de Santander*. 46 (2): 177-188.
- García, F., Vázquez, L. y Sarubbi, M. 2010. Guía de prevención y tratamiento de las infecciones congénitas y perinatales. Ed. UNICEF. Buenos Aires, Argentina.

- Gobierno Federal. 2019. Berriozábal. <http://berriozabal.gob.mx/conoce-berriozabal/>. Consultado el 24 de junio de 2020.
- Goldsmith, R. S., Ortega, M., Zárate, R. J., Zárate, L. G. y Beltrán, F. 1983. Encuestas seropidemiológicas de la enfermedad de Chagas en Chiapas, México. *Archivos de Investigación Médica*. 14: 43-50.
- Google. 2020. Las Maravillas, Berriozábal, Chis. <https://www.google.com.mx/maps/place/Las+maravillas/@16.958922893.3231505,17z/data=!3m1!4b1!4m5!3m4!1s0x85ece940542630c3:0xf65ac4a0608bd192!8m2!3d16.9589177!4d-93.3209618>. Consultado el 24 de junio de 2020.
- Guhl, F. 2009. Enfermedad de Chagas Realidad y perspectivas. *Revista Biomédica*. 20: 228-234.
- Gurtler, R. E., Petersen, R. M., Lauricella, M. A. y Wisnivesky-Colli, C. 1992. Infectivity to the vector *Triatoma infestans* of dogs infected with *Trypanosoma cruzi* in north-west Argentina. *Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene*. 86: 163-164.
- Guzmán-Bracho, C. 2001 Epidemiology of Chagas disease in México: an update. *Trends in Parasitology*. 17: 372-376.
- Guzmán-Marín, A. 1990. Los transmisores de la enfermedad de Chagas. *Revista Biomédica*. 1 (3): 145-152.
- Haydon, D., Cleaveland, S., Taylor, L. y Laurenson, M. 2002. Identifying reservoirs of infection. A conceptual and practical challenge. *Emerging Infectious Diseases*. 8: 1468-1473.
- Hoare, C. A. 1972. The Trypanosomes of Mammals: A Zoological Monograph. Ed. Blackwell Scientific Publications. England.
- Hurtado, L. A., Calzada, J. E., Pineda, V., González, K., Santamaría, A. M., Cáceres, L., Wald, C. y Saldaña, A. 2014. Conocimientos y factores de riesgo relacionados con la enfermedad de Chagas en dos comunidades panameñas donde *Rhodnius pallescens* es el vector principal. *Revista Biomédica*. 34: 260-70.

- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). 2016. Mortalidad. <https://www.inegi.org.mx/programas/mortalidad/>. Consultado el 15 de mayo de 2019.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). 2005. Marco Geoestadístico Municipal. http://www3.inegi.org.mx/contenidos/app/mexicocifras/datos_geograficos/07/07012.pdf. Consultado el 24 de junio de 2020.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). 2010. Áreas geográficas. <https://www.inegi.org.mx/app/buscador/default.html?q=Berrioz%C3%A1bal%2C+Chiapas#tabMCcollapse-Indicadores>. Consultado el 24 de junio de 2020.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). 2015. Catálogo de claves de entidades federativas, municipios y localidades. <http://www.microrregiones.gob.mx/catloc/LocdeMun.aspx?tipo=clave&campo=loc&ent=07&mun=012>. Consultado el 24 de junio de 2020.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). S.da. México en cifras. <https://www.inegi.org.mx/app/areasgeograficas/?ag=07>. Consultado el 24 de junio de 2020.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). S.db. México en cifras. <https://www.inegi.org.mx/app/areasgeograficas/?ag=07>. Consultado el 24 de junio de 2020.
- Jansen, A. M. y Roque, A. L. R. 2010. Domestic and wild mammalian reservoirs. En: Telleria, J. y Tibayrenc, M (Eds.). *American Trypanosomiasis, Chagas disease: One Hundred Years of Research*. Elsevier. London. Pp. 249–276.
- Jurberg, J. y Galvão, C. 2006. Biology, ecology, and systematics of Triatominae (Heteroptera, Reduviidae), vectors of chagas disease, and implications for human health. *Biologiezentrum Linz*. 50: 1096-1116.
- Kowalska, A., Kowalski, P. y Torres-Torres, M. A. 2011. Chagas Disease-American tripanosomiasis. *Polish Annals of Medicine*. 18 (1): 156 167.
- Lent, H. y Hygodzinsky, 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: 123-520.

- Lent, H. y Jurberg, J. 1985. Sobre a variação intra-específica em *Triatoma dimidiata* (Latreille) e *T. infestans* (Klug) (Hemiptera, Reduviidae, Triatominae). *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*. 80 (3): 285-299.
- Levine, N. D., Corliss, J. O. y Cox, F. E. G. 1980. A newly revised classification of the protozoa. *Journal of Protozoology*. 27: 37-58.
- López-Ordóñez, T., González-Ceron, L., Torres-Estrada, J. L., Salazar-Schettino, P. M. y Danis-Lozano, R. 2006. Actual status of the Chagas disease seroprevalence and triatomine species in a foothill region of Chiapas, Mexico. 11th International Congress of Parasitology. Glasgow, Scotland. P. 142.
- Martínez-Ibarra, J. A., Martínez-Grant, J. A., Verdugo-Cervantes, M. R., Bustos-Saldaña, R., Noguera-Torres, B. 2010. Vigilancia de la presencia de triatomíneos mediante gallineros en el sur de Jalisco, México. *Revista Biomédica*. 30: 140-145.
- Mazariego-Arana, M. A., Monteón, V. M., Ballinas-Verdugo, M. A., Hernández-Becerril, N., Alejandro-Aguilar, R., y Reyes, P. A. 2001. Seroprevalence of human *Trypanosoma cruzi* infection in different geographic zones of Chiapas, Mexico. *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical*. 453-458.
- Mendoza-Rodríguez, M. I. 2015. Caracterización biológica y bioquímica de cuatro aislados de *Trypanosoma cruzi*. Tesis de Licenciatura. Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Química. D.F., México.
- Ministerio de Salud y Acción Social de la República Argentina. 1996. Enfermedad de Chagas y otras parasitosis. de laboratorio. 8ª edición. Ed. Instituto Nacional de Chagas "Dr. Mario Fatała Chabén". Buenos Aires, Argentina.
- Morán-Rodríguez, A. E. 2013. Ficha técnica de *Triatoma dimidiata*. Centro de investigación y Desarrollo en salud.
- Noireau, F., Diosque, P. y Jansen, A. M. 2009. *Trypanosoma cruzi*: adaptation to its vectors and its hosts. *Veterinary Research*. 40 (2): 26.
- Organización Panamericana de la Salud (OPS). 2006. Estimación cuantitativa de la enfermedad de Chagas en las Américas. <http://www.bvsops.org.uy/pdf/chagas19.pdf>. Consultado el 17 de marzo de 2019.

- Organización Panamericana de la Salud (OPS). 2019. Información general: Enfermedad de Chagas. https://www.paho.org/hq/index.php?option=com_content&view=article&id=586:2011.informacion-general-enfermedad-chagas-&Itemid=40370&lang=es. Consultado el 17 de marzo de 2019.
- Ortega, G., Beltrán, H. F. y Zavala, V. J. 1976. Enfermedad de Chagas en Chiapas. Estudios clínicos epidemiológicos. *Salud Pública de México*. 5 (18): 837-843.
- Palafox, J. L., Figueroa, A. H. y Gómez J. V. 2003. Tripanosomiasis Americana o “mal de Chagas”. Otra Enfermedad de la Pobreza. *Elementos: ciencia y cultura*. 10 (49): 13-21.
- Palau, M. T. 2000. Relación hospedero-parásito *Trypanosoma cruzi*. *MVZ-Córdoba*. 5 (1): 33-37.
- Pavia, P. X., Montilla, M., Flórez, C., Herrera, G., Ospina, J. M., Manrique, F., Nicholls, R. S., y Puerta, C. 2009. Reporte del primer caso de enfermedad de Chagas. *Revista Biomédica*. 29 (4): 513-522.
- Pereira-Nunes, M. C., Wistremundo, D., Morillo, C. A., Justianino-Encina J. y Luiz-Ribeiro, A. 2013. Chagas Disease An Overview of Clinical and Epidemiological Aspects. *Journal of the American College of Cardiology*. 9 (62): 767-776.
- Pinto-Dias, J. C. 2000. Vigilância epidemiológica emdoença de Chagas. *Cadernos de Saúde Pública*. 16 (2): 43-59.
- Ramsey, J., Elizondo-Cano, M., Sánchez-González, G., Peña-Nieves. A. y Figueroa-Lara, A. 2014. Opportunity Cost for Early Treatment of Chagas Disease in Mexico. *PLOS Neglected Tropical Diseases*. 8 (4): 2776.
- Rassi, A. J., Rassi, A. y Marcondes, J. 2012. American Trypanosomiasis (Chagas Disease). *Infectious Disease Clinics of North America*. 2 (26): 275-291.
- Reyes-Novelo, E., Ruiz-Piña, H. A., Escobedo-Ortegón, J. y Barrera-Pérez, M. A. 2011. Biología y ecología de *Triatoma dimidiata* (Latreille, 1811) algunos aspectos de estudio. *Dugesiana*. 18 (1): 11-16.

- Rojas-Rivero, L. 2014. La vía oral como forma de transmisión de la Enfermedad de Chagas. Una amenaza y un desafío creciente a tener en cuenta en su control integral. *Revista Cubana de Medicina Tropical*. 66 (2): 162-163.
- Rojo-Medina, J., Ruiz-Matus, C., Salazar-Schettino, P. M. y González-Roldán, J. F. 2018. Enfermedad de Chagas en México. *Gaceta Médica de México*.154: 605-612.
- Romero-Caballero, R. 2007. Microbiología y Parasitología Humana. 3ª edición. Ed. Médica Panamericana. D.F., México.
- Ruiz-Colorado, M. C., Rivas-Acuña, V., Gerónimo-Carrillo, R., Hernández-Ramírez, G., Soancatl-Castro, M. y Damian-Pérez, R. 2016. Nivel de conocimiento y factores de riesgo de la enfermedad de Chagas en una comunidad de Cárdenas, Tabasco, México. *Salud en Tabasco*. 22 (3): 61-69.
- Salazar, P. M., Barrera, M. y Bucio, M. I. 1989. Transmisión de *Trypanosoma cruzi* por transfusión sanguínea, primer caso humano en México. *Revista Mexicana de Patología Clínica*. 36: 57-59.
- Salazar-Schettino, P. M., Bucio-Torres, M. I., Cabrera-Bravo, M., Alba-Alvarado, C. D., Castillo-Saldaña, D. R., Zenteno-Galindo, E. A. y Perera-Salazar, M. G. 2016. Enfermedad de Chagas en México. *Revista de la Facultad de Medicina*. 59 (3): 6-16.
- Salazar-Schettino, P. M., Bucio-Torres, M. I., Rojo-Medina, J. y Valencia, Y. V. 2019. Manual de procedimientos para la enfermedad de Chagas en México. Ciudad de México, México.
- Salazar-Schettino, P. M., Cabrera-Bravo, M., Bucio-Torres, M. I. y Haro-Arteaga, I. 2011. Diagnóstico morfológico de las parasitosis. 3ª Edición. Ed. Méndez. México.
- 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., Guevera-Gómez, Y., Vences-Blanco, M. O., Ruiz-Hernández, A. L. y Torres-Gutiérrez, E. 2010. A revision of thirteen species of Triatominae (Hemiptera: Reduviidae) vectors of Chagas disease. *Journal of the Selva Andina Research Society*. 1 (1): 57-80.

- Sánchez-Guerrero, S. A. 2010. La seguridad de la transfusión sanguínea en México. *Medicina Universitaria*. 46 (12): 79-83.
- Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL). 2010a. Catálogo de localidades.<http://www.microrregiones.gob.mx/catloc/contenido.aspx?refnac=070120059>. Consultado el 07 de septiembre de 2019.
- Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL). 2010b. Catálogo de localidades.<http://www.microrregiones.gob.mx/catloc/contenido.aspx?refnac=070120486>. Consultado el 07 de septiembre de 2019.
- Secretaría de Salud (SSA). 2015. Distribución de triatomos en México, 2015. Dirección General de Epidemiología. Instituto de Diagnóstico y referencia Epidemiológicos.
- Secretaría de Salud (SSA). 2015. Manual del diagnóstico y tratamiento de la enfermedad de Chagas. Centro Nacional de Programas Preventivos y Control de Enfermedades. Ciudad de México, México.
- Secretaría de Salud (SSA). 2017. Anuarios estadísticos 2000-2007. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/447946/Manual_de_Procedimientos_para_la_Enfermedad_de_Chagas_en_Mexico.pdf. Consultado el 15 de mayo de 2019.
- Segura, E. L. y Escobar-Mesa, A. 2005. Epidemiología de la enfermedad de Chagas en el estado de Veracruz. *Salud pública de México*. 47 (3): 201-208.
- Sosa-Jurado, F., Mazariiego-Aranda, M., Hernández-Becerril, N., Garza- Murillo, V., Cárdenas, M., Reyes, P. A., Hirayama, K., y Monteón, V. 2003. Electrocardiographic findings in Mexican chagasic subjects living in high and low endemic regions of *Trypanosoma cruzi* infection. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*. 98 (5): 605-610.
- Storino, R., Jörg, M. y Auger, S. 2003. Atención médica del paciente chagásico. Manual Práctico, un enfoque biológico, antropológico y social. Ed. Ediprof. Buenos Aires, Argentina.
- Toso, M. A., Vial, U. F. y Galanti, N. 2011. Transmisión de la enfermedad de Chagas por vía oral. *Revista médica de Chile*. 139: 258-266.

- Vázquez-Prokopec, G. M., Spillmann, C., Zaidenberg, M., Kitron, U. y Gurtler, R. E. 2009. Cost-Effectiveness of Chagas Disease Vector Control Strategies in Northwestern Argentina. *PLOS Neglected Tropical Diseases*. 3 (1): 1-11.
- Velasco-Castrejón, O. y Rivas-Sánchez, B. 2008. Apuntes para la historia de la enfermedad de Chagas en México. *Boletín médico del Hospital Infantil de México*. 65 (1): 57-79.
- Vidal-Acosta, V., Ibáñez-Bernal, S. y Campos, C. 2000. Infección natural de chinches triatominae con *Trypanosoma cruzi* asociadas a la vivienda humana en México. *Salud Pública de México*. 6 (42): 496-503.
- Vidal-López, D. G. 2015. Descripción clínica y cardiológica en menores de 18 años seropositivos a *Trypanosoma cruzi* en dos comunidades de Chiapas. Tesis de Doctorado. Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.
- Voller, A., Bartlett, A. y Bidwell, D. E. 1978. Enzyme immunoassays with special reference to ELISA techniques. *Journal of Clinical Pathology*. 31: 507-520.
- World Health Organization (WHO). 2002. Control of Chagas disease: second report of the WHO expert committee. Ed. World Health Organization. Geneva, Switzerland.
- World Health Organization (WHO). 2010. Working to overcome the global impact of neglected tropical diseases. Ed. World Health Organization. Geneva, Switzerland.
- World Health Organization (WHO). 2012. Research priorities for Chagas diseases, Human African Trypanosomiasis and Leishmaniasis. Ed. World Health Organization. Geneva, Switzerland.
- World Health Organization (WHO). 2013. Sustaining the drive to overcome the global impact of neglected tropical diseases: second WHO report on neglected tropical diseases. Ed. World Health Organization. Geneva, Switzerland.
- Zavala, T., Gutiérrez-Quiroz, J., López-Martínez, R., Manjares, Z. y Molina-López, J. 2005. Microbiología y Parasitología Médicas de Tay. Ed. Méndez Editores. D.F., México.

XII. ANEXOS

Anexo 1. Encuesta aplicada a los jefes de familia.



PROYECTO DE INVESTIGACIÓN: ENFERMEDAD DE CHAGAS EN CHIAPAS

FECHA: ____/____/____

FOLIO _____

NOMBRE

No

Nombre(s)

Apellido paterno

Apellido materno

FECHA DE NACIMIENTO _____ EDAD _____ MASCULINO ()

FEMENINO () DOMICILIO ACTUAL _____

TELÉFONO _____ LUGAR DE NACIMIENTO (Estado, Municipio y Localidad)

1. PRINCIPALES ESTADOS Y LOCALIDADES DONDE HA VIVIDO:

2. ¿CONOCE UD. ESTA CHINCHE? (mostrar los especímenes) SI _____ NO _____

3. ¿CON QUÉ NOMBRE LA CONOCE? _____

4. ¿SABE DONDE VIVEN LAS CHINCHES? _____

5. ¿HA VISTO CHINCHES EN SU CASA? ¿SI _____ NO _____ DONDE? _____

6. ¿SABE QUE SE ALIMENTAN DE SANGRE? SI _____ NO _____

7. ¿LE HAN PICADO ESTAS CHINCHES? ¿SI _____ NO _____ CUANDO? _____

8. ¿EN QUE PARTE(S) DEL CUERPO? _____

9. ¿TIENE ANIMALES DOMÉSTICOS? ¿SI _____ NO _____ CUALES? _____

10. ¿TIENE ANIMALES DE CORRAL? ¿SI _____ NO _____ CUALES? _____

¿DÓNDE DUERMEN? _____

11. ¿SABE LA IMPORTANCIA DE LOS ANIMALES DOMÉSTICOS O SILVESTRES EN RELACIÓN A LA ENFERMEDAD? SI _____ NO _____

12. ¿HA ESCUCHADO SOBRE LA ENFERMEDAD DE CHAGAS? SI _____ NO _____

13. ¿SABE COMO SE TRASMITE LA ENFERMEDAD DE CHAGAS? SI _____ NO _____

14. ¿CONOCE LOS SINTOMAS DE LA ENFERMEDAD DE CHAGAS? SI _____ NO _____

15. ¿CONOCE LAS NECESIDADES DEL TRATAMIENTO MÉDICO? SI _____ NO _____

16. MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN DEL TECHO _____ LOS MUROS _____
DEL PISO _____