

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN**  
**FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS**



**“PREVALENCIA DE LA ENFERMEDAD DE CHAGAS ASOCIADA AL GÉNERO  
Y SU ÁMBITO DE OCUPACIÓN, EN EL ESTADO DE YUCATÁN”**

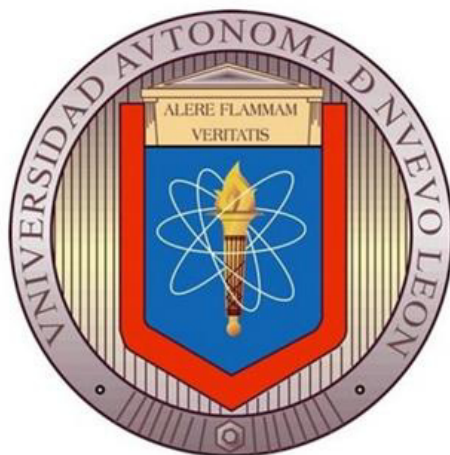
**POR**

**MED. ADRIANA GONZÁLEZ MARTÍNEZ**

**COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER AL GRADO DE  
DOCTOR EN CIENCIAS CON ACENTUACIÓN EN ENTOMOLOGÍA MÉDICA**

**OCTUBRE, 2018**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN**  
**FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS**  
**SUBDIRECCIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO**



**“PREVALENCIA DE LA ENFERMEDAD DE CHAGAS ASOCIADA AL GÉNERO Y SU ÁMBITO DE OCUPACIÓN, EN EL ESTADO DE YUCATÁN”**

**POR**

**MED. ADRIANA GONZÁLEZ MARTÍNEZ**

**COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER AL GRADO DE DOCTOR EN CIENCIAS CON ACENTUACIÓN EN ENTOMOLOGÍA MÉDICA**

**OCTUBRE, 2018**

**“PREVALENCIA DE LA ENFERMEDAD DE CHAGAS ASOCIADA AL  
GÉNERO Y SU ÁMBITO DE OCUPACIÓN, EN EL ESTADO DE YUCATÁN”**

**COMITÉ DE TESIS**

PhD. Ildelfonso Fernández Salas

---

Presidente

Dr. Feliciano Segovia Salinas

---

Secretario

Dr. Gustavo Ponce García

---

Vocal 1

Dr. Raúl Torres Zapata

---

Vocal 2

Dr. Roberto Mercado Hernández

---

Vocal 3

**“PREVALENCIA DE LA ENFERMEDAD DE CHAGAS ASOCIADA AL  
GÉNERO Y SU ÁMBITO DE OCUPACIÓN, EN EL ESTADO DE YUCATÁN”**

**DIRECCIÓN DE TESIS**

PhD. Ildefonso Fernández Salas

---

Director interno

Dr. Carlos N. Ibarra Cerdeña

---

CINVESTAV, Mérida. Director externo

## DEDICATORIA

Con todo mi amor esta tesis se la dedico a mi Sr., padre Raúl González Segura y a mi Sra., madre Guadalupe Martínez Vilchez ya que sin duda, sin ellos no estaría logrando cada meta impuesta. Gracias por su amor, por su ejemplo de lucha, por ayudarme a ser una mejor persona e impulsarme a vivir la vida haciendo lo que me gusta. Gracias por respetar quien soy y hacerme sentir amada.

A mis hermanas Mony, Llovizna, Maricela y Primavera, porque a pesar de la distancia sé que cuento con ustedes incondicionalmente.

A el hombre de mi vida, Daniel Laborde porque has llegado a revolucionar mi existencia en todo sentido y me haces querer ser mejor cada día.

A Flagedes Santana Chable, paciente que participó en el proyecto y falleció antes de recibir diagnóstico de enfermedad de Chagas.

## AGRADECIMIENTOS INSTITUCIONALES

A Posgrado de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Autónoma de Nuevo León por ser la institución en la que estuve inscrita como estudiante doctoral y me brindo la preparación académica orientada a entomología médica.

Al departamento de Ecología Humana del Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional (Cinvestav) unidad Mérida, por ser la institución que me brindo el apoyo para realizar prácticamente toda la tesis doctoral.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) por la beca que me otorgo para que pudiera realizar el posgrado sin la preocupación de no tener un ingreso económico (CVU: 445921).

Al proyecto “Evaluación de rtPCR para el diagnóstico parasitológico de infección por *Trypanosoma cruzi* y de biomarcadores séricos para el seguimiento clínico de la enfermedad de Chagas” (IN 261006). Proyecto del cual es responsable la Dra Janine Ramsey Willoquet del Instituto Nacional de Salud Pública y con el cual se financio parte de este proyecto de investigación.

Al departamento de Salud Pública de Secretaria de Salud del estado de Yucatán por compartir información de gran utilidad para esta investigación.

Al Laboratorio de Especialidades Inmunológicas que donó las pruebas rápidas que se utilizaron en este proyecto de investigación.

A mi asesor, el Dr. Carlos Ibarra Cerdeña del departamento de Ecología Humana del Cinvestav Mérida, quien ha sido mi guía académico y me ha tenido toda la paciencia para explicar dudas básicas y no tan básicas en todo lo que implicó la tesis y otros temas de ciencia; no sólo cumplió con el compromiso de dirigir la tesis, gracias a él se ha ampliado mi visión como médica y como investigadora, ser su estudiante doctoral ha sido bastante enriquecedor.

Al Dr. Eduardo Rebollar Téllez que fue mi director de tesis interno en casi todo el proceso y no pudo estar presente en la recta final. Gracias por involucrar en mi preparación a expertos en Chagas en diferentes líneas de investigación como la Dra. Janine Ramsey y el Dr. Carlos Ibarra.

Al Dr. Ildelfonso Fernández que me apoyo en último momento para titularme tomando la dirección de tesis interna y porque sin él no existiría el posgrado en Entomología Médica en nuestro país.

Gracias a quienes forman parte de mi comité al Dr. Feliciano Segovia, Dr. Raúl Torres y Dr. Roberto Mercado por sus observaciones y comentarios en los avances de tesis y documento final. Y al Dr. Gustavo Ponce que aceptó ser vocal en la etapa final.

## AGRADECIMIENTOS PERSONALES

Es difícil no recordar tantos momentos cruciales y determinantes para que se diera y culminará esta tesis. Tuve la fortuna de realizar dos proyectos de tesis, el primer proyecto lo inicié en mi bello Michoacán, proyecto que no se pudo concluir por diversas circunstancias, no obstante, fueron 2 años y medio de doctorado en los que aprendí mucho de lo que no se debe hacer si eres una investigadora novata, creía saber lo que hacía pero ahora me doy cuenta que hubiese sido muy difícil llegar a culminar una tesis sin un guía académico cerca de mí. El cambio de proyecto de tesis a Yucatán fue de los cambios inesperados pero que determinaron no sólo el rumbo de la tesis, también planes profesionales y nuevos retos personales. Esto me lleva a recordar aquellas reuniones en Tapachula con la Dra Janine Ramsey, el Dr. Eduardo Rebollar-Téllez y quien en ese entonces para mí era un total desconocido el Dr. Carlos Ibarra. Fue una semana maratónica de tertulias académicas con estos personajes de personalidades tan variadas y yo la mayor parte del tiempo solo los observaba y escuchaba, realmente me maravillaba tanta fluidez de ideas; en un principio todo indicaba que seguiría con investigación en Michoacán con otro planteamiento, pero llego el último día de reunión y Carlos me pregunto si estaría dispuesta hacer mi proyecto de tesis en Yucatán, sin pensarlo ni un momento dije “sí”. Así comenzó la aventura en el bello estado de Yucatán, con la decisión de este cambio de proyecto de investigación.

Indudablemente a quien no dejo de agradecer es a Carlos Ibarra, por compartir su particular forma de ver la ciencia, por introducirme al conocimiento tan complejo de la ecología-modelos de nicho que jamás hubiera considerado aprender y que ahora considero son de gran utilidad para abordar diferentes temas de salud. Y como sé que debe leer este escrito: “Querido asesor Carlos gracias porque no me la pusiste fácil, por enseñarme a cuestionar y fundamentar los conocimientos, también por mostrarme que para ser investigador no hay que sacrificar en su totalidad la vida personal y los placeres de la vida como estar con la gente que amamos, comer rico, viajar, bailar. Me agrado mucho que convives con los estudiantes sin ufanarte por ser el investigador que eres, eso me ayudó mucho para tenerte confianza y considero que marca la diferencia de una relación más agradable entre asesor-alumno y como estudiante es menos estresante. Realmente gracias por todo!!!”

También mi agradecimiento a la Dra. Janine Ramsey por compartir su conocimiento tan amplio sobre enfermedad de Chagas, por ayudar en acotar la idea principal de la tesis, por invitarme a colaborar en uno de sus proyectos que se realizó en Yucatán. Gracias por mostrar la pasión a la ciencia, por ser una luchadora incansable para que los pacientes con Chagas sean escuchados y atendidos.

A mis compañeros Esteban, Willi, Jorge, Angel, paisano Rodrigo, Jessi, Marisol, Irma, Antonio, Manuel y Eddy por apoyarme cuando he requerido de su ayuda y hacer amenas las materias en las que fuimos compañeros. A Carlos Baak por sus asesorías en estadística. A Oscar Carmona que me ayudo con dudas, ideas, pero sobre todo por ser un ejemplo de entereza ante pruebas de la vida que para muchos sería muy difícil superar.

A Lupita, Joss, Norma y Raúl que forman parte del grupo de chagologos-estudiantes de Carlos Ibarra con quienes compartí semanas de trabajo de campo y ayudaron a mi proyecto aún sin ser su obligación. A Pilar Ibarra (Pily), por compartir su experiencia en trabajo de campo. A Gabo, Cesar, Chucho y Jimena, que se convirtieron en mis compañeros y amigos en el Cinvestav y también les toco poner su granito de arena para que avanzará en la etapa de captura de datos. Al

Dr. Miguel Jacome, mexicano-sevillano que en su corta estancia en el CINVESTAV también le tocó compartir sus conocimientos y ayudo a detectar errores en parte de las bases de datos. Al Dr. Miguel Munguía del departamento de Ecología Humana del Cinvestav-Mérida, por su apoyo en la prestación de las instalaciones del laboratorio a su cargo. A la Dra. Tere Castillo por permitir tomar la materia que imparte sobre metodología cualitativa, que fue de gran utilidad para integrar el conocimiento adquirido al momento de escoger los métodos utilizados en la tesis.

A mi querido cuñado Alejandro que me incursiono al maravilloso programa ArcMap y todas sus aportaciones artísticas de la tesis. Al médico Manuel Sánchez y todo el personal de la clínica de Yaxhachen por el apoyo durante el trabajo de campo. A mi súper amiga Kayu Vilchis, excelente humano y fotógrafa que ayudo a documentar el trabajo de campo con fotografías profesionales.

Muchas gracias a la familia que encontré en esta etapa, comenzando por la principal intrigante mi querida amiga Samanta por su paciencia, consejos, críticas constructivas, escucharme, apoyarme y ayudarme en todo momento, tuve mucha suerte de que además de ser mi amiga es excelente investigadora y me impulso para terminar con la tesis; Alex Gaytan gracias por su forma directa de dar opiniones y ser un ejemplo de que en esta vida hay que hacer lo que nos hace felices y lo que nos apasiona; Cheque (Dr. Ezequiel Magallón) que me compartió parte de su experiencia en la colecta de triatominos y su identificación, así como sus conocimientos tan amplios sobre *T. cruzi*, pero también por sus consejos y ser ejemplo de humildad.

A mis amigas y amigos del alma por estar siempre presentes Atziri, Ale, Celeste, Alex Cárdenas, Lalo y Miguel Angel. A Carlos Gallegos por escucharme y ayudar aceptar y comprender mucho de lo que no quiero ver. A la banda escaladora de Yucatán que en su momento se convirtió en mi familia y donde se generaron amistades importantes en mi vida.

Algo que siempre agradeceré es la fortuna de toparme en mi andar con personas con calidad humana que sin conocerme me dio apoyo como Rossy Sánchez y su familia a mi llegada a Nuevo León y el Dr. Julian García Rejón y su familia que apoyo a mi llegada a Yucatán.

Del proyecto en Michoacán agradezco a la Dra. Aida Leal, al Dr. Luis Arturo Ibarra y todos los alumnos de la Universidad de la Ciénega de Michoacán que hicieron su servicio social con actividades del proyecto de investigación.

Pero sobre todo, gracias a todos los habitantes de las 8 localidades donde realice mi trabajo de campo que se mostraron solidarios permitiendo entrar a sus casas a buscar chinches, les hiciera entrevistas, les tomara fotografías y les tomará muestras. Y no conforme con eso, me ofrecían comida y compartían historias. Ahora para ellos soy la “Dra. Pic”, apodo que con gracia y cariño recibo. Espero que el trabajo realizado en esta tesis se vea reflejado en mejoras para la prevención, diagnósticos y tratamiento de la Enfermedad de Chagas en estas y otras comunidades marginadas.



## ÍNDICE DE CONTENIDOS

<b>DEDICATORIA.....</b>	<b>4</b>
<b>AGRADECIMIENTOS.....</b>	<b>5</b>
<b>RESUMEN/ABSTRACT.....</b>	<b>11</b>
<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>12</b>
<b>DEFINICIÓN DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACION.....</b>	<b>15</b>
<b>HIPÓTESIS.....</b>	<b>16</b>
<b>OBJETIVO GENERAL.....</b>	<b>17</b>
<b>OBJETIVOS PARTICULARES.....</b>	<b>18</b>
<b>CAPITULO I.....</b>	<b>19</b>
¿Es uniforme la probabilidad de presencia de <i>Triatoma dimidiata</i> en poblaciones humanas en el estado de Yucatán?	
<b>CAPITULO II.....</b>	<b>37</b>
Prevalencia de infección con <i>T. cruzi</i> en sexo femenino y sexo masculino en el estado de Yucatán, y temporalidad de presencia de <i>T. dimidiata</i> en el estado de Yucatán	
<b>CAPITULO III.....</b>	<b>53</b>
Exposición/vulnerabilidad para adquirir <i>T. cruzi</i> en relación al sexo y su ámbito de ocupación.	
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>88</b>
<b>BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>90</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>106</b>
<b>RESUMEN BIBLIOGRÁFICO.....</b>	<b>115</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

### CAPITULO II:

Tabla 1. Número de casos humanos con <i>T. cruzi</i> divididos por sexo.....	43
Tabla 2. Intervalo de edad de detección de <i>T. cruzi</i> en ambos sexos.....	44
Tabla 3. Clasificación correcta de mujeres y hombres con <i>T. cruzi</i> y aleatorios.....	45
Tabla 4. Modelo de regresión lineal para obtener variables predictivas asociadas a la presencia de infestación con <i>T. dimidiata</i> .....	50

### CAPITULO III:

Tabla 1. Número de participantes por localidad y sexo.....	64
Tabla 2. Escolaridad por sexo.....	66
Tabla 3. Comparación de resultados en pruebas diagnósticas para <i>T. cruzi</i> por localidad y sexo.....	68
Tabla 4. Seroprevalencia con <i>T. cruzi</i> por localidad.....	68
Tabla 5. Ocupación del sexo masculino con y sin exposición al monte.....	70
Tabla 6. Ocupación del sexo femenino con y sin exposición al monte.....	71
Tabla 7. Lugar donde realizan su ocupación dividido por sexo.....	72
Tabla 8. Periodicidad de ir al monte dividido por sexo.....	73
Tabla 9. Actividad que realiza en el monte dividido por sexo.....	74
Tabla 10. Reconocimiento de <i>T. dimidiata</i> .....	74
Tabla 11. Periodicidad en la que se observa <i>T. dimidiata</i> en casa y lugar de trabajo cada sexo.....	75
Tabla 12. Época del año en la que han observado a <i>T. dimidiata</i> en casa y lugar de trabajo cada sexo.....	76
Tabla 13. Lugar donde han observado y no han observado a <i>T. dimidiata</i> cada sexo.....	77
Tabla 14. Conocimiento sobre existencia de enfermedad de Chagas por sexo.....	78
Tabla 15. Porcentaje de participantes con y sin exposición a monte, con y sin antecedente de picadura, con y sin antecedente de chinchoma.....	80
Tabla 16. Análisis de riesgo para adquirir <i>T. cruzi</i> de cada sexo en relación a exposición al monte.....	81
Tabla 17. Número de colecta de triatominos por hábitat y estadio.....	81
Tabla 18. Número de colecta de <i>T. dimidiata</i> por localidad.....	82
Tabla 19. Indicadores entomológicos por localidad.....	83

## INDICE DE FIGURAS

### INTRODUCCIÓN:

Figura 1. Modelo cualitativo sobre riesgo de infección con <i>T.cruzi</i> y género en poblaciones rurales.....	14
--	----

### CAPITULO I:

Figura 1. Descripción geográfica de <i>T. dimidiata</i> con y sin <i>T. cruzi</i> y humanos con <i>T. cruzi</i> del estado de Yucatán.....	27
Figura 2. Resultado de análisis discriminante lineal de los cuatro grupos: <i>T. dimidiata</i> con <i>T. cruzi</i> y aleatorios, <i>T. dimidiata</i> sin <i>T. cruzi</i> y aleatorios, ninfas y aleatorios, humanos con <i>T. cruzi</i> y aleatorios.....	29
Figura 3. Gráficos con la ración de la distancia a la periferia/distancia al centro.....	30
Figura 4. Análisis de frecuencia de la variable área de localidad.....	31
Figura 5. Análisis de frecuencia de la variable EVI.....	32

### CAPITULO II:

Figura 1. Mapa de distribución de hombres y mujeres con <i>T. cruzi</i> en el estado de Yucatán.....	43
Figura 2. Modelo de análisis discriminante lineal para clasificar hombres, mujeres y aleatorios.....	45
Figura 3. Número de colectas de <i>T. dimidiata</i> por año.....	46
Figura 4. Temporalidad de colectas de <i>T. dimidiata</i> dividida por mes y año.....	47
Figura 5. Presencia de colonización por mes y año.....	47
Figura 6. Presencia de <i>T. dimidiata</i> con <i>T. cruzi</i> por mes y año.....	48
Figura 7. Gráfica de variable NDVI 3_2 asociada a infestación con <i>T. dimidiata</i> .....	49
Figura 8. Gráfica de variable EVI 5_1 asociada a infestación con <i>T. dimidiata</i> .....	49

### CAPITULO III:

Figura 1. Área de estudio.....	57
Figura 2. Número de participantes dividido por sexo.....	63
Figura 3. Mapa de distribución de participantes por sexo y localidad.....	64
Figura 4. Rango de edad de participantes dividido por sexo.....	65
Figura 5. Resultado de pruebas rápidas por localidad y sexo.....	67
Figura 6. Frecuencia de participantes por sexo con y sin exposición al monte, con y sin antecedente de picadura, con y sin antecedente de chinchoma, y con y sin <i>T. cruzi</i> .....	80
Figura 7. Frecuencia de triatominos capturados por mes.....	82

## RESUMEN

La transmisión vectorial es el principal mecanismo por el que se adquiere el parásito de *Trypanosoma cruzi*. Aun cuando se ha propuesto que el ambiente doméstico y peri-doméstico son los hábitats en donde ocurre la mayor frecuencia de contactos entre vectores y humanos, existen actividades humanas en poblaciones rurales que incrementen el riesgo de infección con *T. cruzi*. Debido a que en poblaciones rurales hay paradigmas culturales que segregan las actividades domésticas o campesinas de acuerdo a su género. Por lo tanto, en este estudio se predice que el género masculino tendrá mayor prevalencia de infección por *T. cruzi* por ser el que se desenvuelve más en hábitat silvestre-ecotono exponiéndose más al agente etiológico. Para demostrarlo el estudio se dividió en 3 capítulos. Los primeros 2 capítulos incluyen datos oficiales de SSY de casos humanos con *T. cruzi* y colectas de *T. dimidiata*. El primer capítulo describe la distribución espacial de datos e identifica la presencia de casos/triatominos en relación a factores ambientales. El segundo describe la prevalencia de *T. cruzi* de hombres y mujeres asociada a variables ambientales y describe la temporalidad de *T. dimidiata*. En el tercer y último capítulo se identifican factores de exposición/vulnerabilidad que influyen para adquirir infección de *T. cruzi* en cada género de acuerdo a su ámbito de ocupación, en 8 localidades rurales del Sur del estado de Yucatán; encontrando mayor prevalencia de infección en sexo masculino con actividades asociadas al hábitat silvestre-ecotono.

## ABSTRACT

Vertical transmission is the primary mechanism by which the *Trypanosoma cruzi* parasite is acquired. Despite the proposal of domestic and peri-domestic environments as having the highest frequency of vector-human contact, human activities in rural areas that increase the risk of *T. cruzi* infection exist. This is due to cultural paradigms that segregate humans by gender, such as housekeeping and farming. Our study therefore predicts that men will have a higher *T. cruzi* infection rate, due to increased exposure in the wilderness ecotone. To demonstrate this, the study was divided into 3 chapters; the first two include official SSY data of human *T. cruzi* cases and *T. dimidiata* specimens. Chapter one describes the spatial distribution of data and identifies the presence of human cases and vector insects in relation to environmental factors. Chapter two describes the prevalence of *T. cruzi* in men and women associated with climate variables, as well as the seasonality of *T. dimidiata*. Chapter three identifies exposure/vulnerability factors that play a part in *T. cruzi* infections for each gender according to their job and occupation, from 8 different rural locations from southern Yucatan. A higher infection prevalence was found for men whose activities are associated with the wilderness ecotone.

## INTRODUCCIÓN

La exposición a enfermedades infecciosas ha sido la principal amenaza que puede afectar la salud del humano (Horwitz and Wilcox 2005; Meentemeyer, Haas, and Václavík 2012), teniendo relevancia las infecciones adquiridas por vector (ETV), por su resurgimiento e incremento de la distribución de los casos no solo en sitios endémicos (Meentemeyer, Haas, and Václavík 2012). La reemergencia de las ETV está estrechamente relacionada con los efectos de antropización que han modificado los nichos ecológicos de la población de vectores y sus reservorios (A. Peterson 2006; Ostfeld et al. 2014). Por tanto, se requiere de una serie de variables ambientales y sociales para que un humano tenga contacto con un vector infectado (Dumonteil et al. 2013). Encontrar las variables ambientales y sociales que representan riesgo de adquirir ETV y que se consideren en los programas de salud, incrementa la posibilidad de prevenir casos, así como dirigir diagnósticos y tratamientos oportunos.

La enfermedad de Chagas, también conocida como tripanosomiasis americana, es una ETV causada por el parásito *Trypanosoma cruzi*. Es la enfermedad parasitaria de mayor importancia en América Latina, tanto por su morbi-mortalidad como por su importancia económica (OMS, 2000). El parásito fue descubierto y descrito en 1909 por el Dr. Carlos Ribeiro Justiniano das Chagas (Reyes, 2009). Los mamíferos portadores, tanto domésticos como salvajes, y los vectores infectados se hallan distribuidos, desde el sur de Estados Unidos hasta el sur de Argentina (Magallon et al., 1998). La transmisión de la enfermedad se efectúa principalmente por medio insectos hematófagos del orden Hemiptera, familia Reduviidae y subfamilia *Triatominae*, conocidos con diferentes nombres según el país y la región de un mismo país donde nos encontremos, por ejemplo, en la Península de Yucatán es conocido como *pic* (Maya) (Salazar, 2005; Guhl, 2009). Existen también otros mecanismos de transmisión como la transfusión de sangre o el trasplante de órganos de donantes infectados, la transmisión congénita de madres infectadas y la ingestión de sustancias contaminadas con los excrementos de los insectos vectores (Cevallos y Hernández, 2004).

Al introducirse el humano en el ciclo de transmisión de *T. cruzi*, es imprescindible considerar aspectos económicos, históricos y socio-culturales que lo acompañan en la vida cotidiana e influyen en la susceptibilidad y vulnerabilidad de cada individuo, género, familia y comunidades para adquirir el parásito (León et al., 2003; Ventura-García et al., 2013). Los escenarios rurales han mostrado tener condiciones que facilitan la propagación de *T. cruzi* por el tipo de vivienda, las características del peri-domicilio, la convivencia con animales domésticos y selváticos, la fragmentación del paisaje para crear tierras de cultivo de alimentos (Briseño-León, 2009) y de las condiciones socioculturales que influyen son la pobreza, actividad económica, atención de salud deficiente, bajo nivel educativo y prácticas culturales que los ponen en riesgo (Ventura-García et al., 2013).

La diferencia en la prevalencia de infecciones parasitarias entre sexo ha sido motivo de estudio, ya que se ha observado que el sexo masculino en muchas patologías representa ser el más afectado (Klein, 2004). Se consideran dos factores los que pueden estar influyendo en esta diferencia: 1) ecológico (exposición al agente patógeno) y 2) fisiológico (dependiente de hormonas) (Zuk y McKean, 1996). En el caso de EC, son pocas y muy antiguas las investigaciones referentes a diferencias en tasas de infección entre sexos donde se llegó a observar mayor prevalencia en el sexo masculino (Goble y Konopka, 1972). Para explicarlo, realizaron experimentos con ratones para asociar el factor hormonal con esta diferencia, sin embargo, los niveles de hormonas tanto en machos como en hembras no presentaron diferencias asociadas a la parasitemia (Goble y Konopka, 1972; Schuster y Shaub, 2001). Por lo tanto, el factor ecológico es el que define el grado de peligro al que están expuestas las personas de acuerdo al hábitat donde se desempeñan, junto con los aspectos socioculturales y las condiciones de vida de la población humana que favorecen la presencia del vector (Valdez et al., 2014).

En esta tesis de investigación se describen factores ambientales y sociales que influyen en la exposición vectorial e implican riesgo para adquirir *T. cruzi* en comunidades rurales. Como objetivo principal se planteó identificar si existe relación entre género y prevalencia, determinada por la diferencia entre los géneros a la exposición a *Trypanosoma cruzi* relacionada con la necesidad de dispersión que tienen por sus

ocupaciones. Para ilustrar mejor el entendimiento de la hipótesis y marco conceptual que se genera de la presente propuesta de investigación, se elaboró la figura 1.

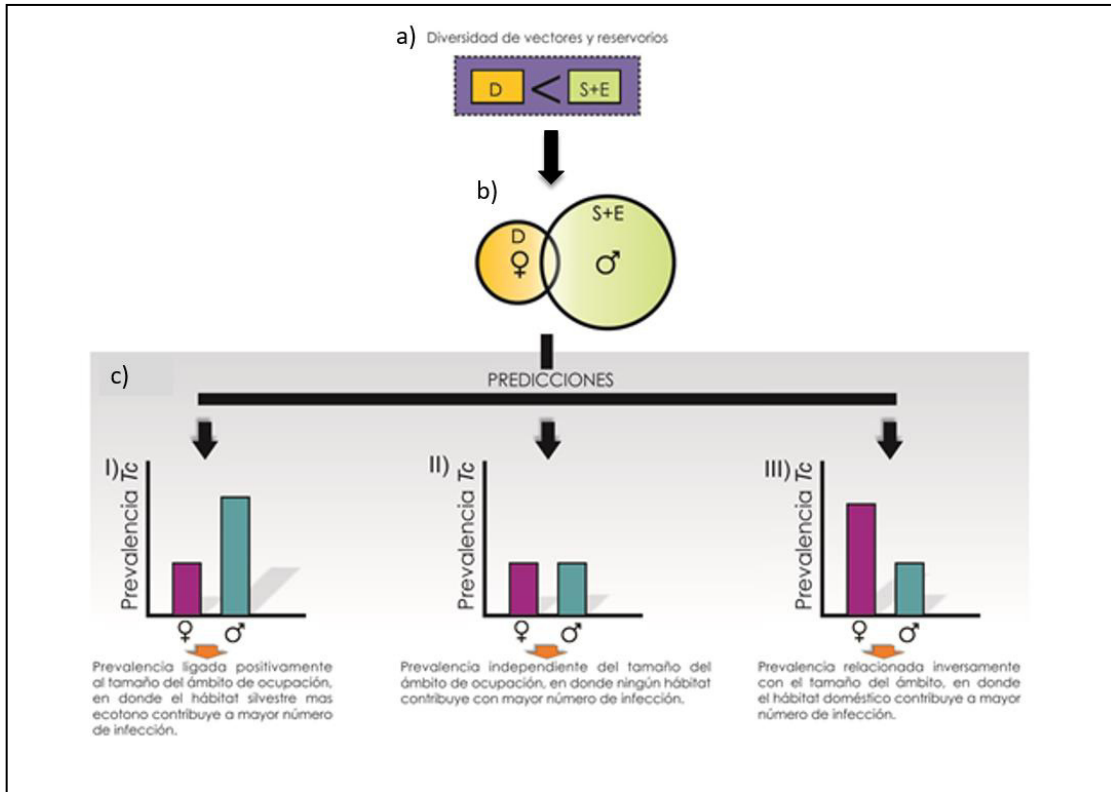


Figura 1. Modelo cualitativo que representa la asociación entre el riesgo de infección de *Trypanosoma cruzi* ( $T_c$ ) y el género en poblaciones rurales en las que hay diferencias en el “uso” del espacio asociados a la ocupación (fundamentalmente doméstico en mujeres y fundamentalmente campesino en los hombres). En este modelo se asume que los hábitats (doméstico, cultivos, selva) se distinguen en la densidad y diversidad de vectores y reservorios, generando un gradiente de exposición a infección por  $T_c$ . De esta manera se parte de una conjetura representada por: a) la diversidad de vectores (V) y reservorios (R) presentes en hábitat doméstico (D), tiene menor diversidad de V y R (aun considerando la presencia de animales domésticos), comparada con el hábitat S+E que posee más especies de reservorios, implicando ser la fuente de alimentación del vector en su hábitat natural. De esta manera, el ámbito de ocupación (b) tanto del hombre (♂) como de la mujer (♀), puede tener una relación con la probabilidad de infección. En la figura se esquematiza la dinámica ocupacional que culturalmente se rige en la mayoría de las comunidades rurales: hombre expuesto a el ambiente S+E que es donde se realizan las actividades de caza, agricultura, ganadería u otras actividades afines a dicho ambiente y la mujer expuesta a el ambiente doméstico como ama de casa u ocupaciones que pueden desarrollar en este ámbito. De esta hipótesis se desprenden tres predicciones: I) la prevalencia de  $T_c$  mayor en hombres, debido al tamaño del ámbito de su ocupación donde la exposición al hábitat S+E+D genera mayor número de infecciones, II) la prevalencia de  $T_c$  igual en mujeres y hombres, es independiente del tamaño del ámbito de ocupación donde el hábitat doméstico es el hábitat que más contribuye al número de infecciones y 3) prevalencia de  $T_c$  mayor en mujeres por su exposición a nivel D, debido a que la exposición al vector se está dando en horarios donde el hombre se escapa de dicha exposición. Siendo la primera predicción la que predomine, ya que el hombre se expone más al vector por realizar sus actividades ocupacionales en los sitios donde éste busca alimento.

## DEFINICION DEL PROBLEMA y JUSTIFICACIÓN

Enfermedad de Chagas es una de las enfermedades parasitarias transmitidas por vectores más importantes en la región de las Américas. Los años de vida ajustados por discapacidad para EC son cinco veces mayores que la malaria y dos veces más altos que el dengue y aun así está ausente en la agenda de las políticas y prácticas de salud pública de muchos países endémicos. Hasta el momento la transmisión vectorial representa ser el principal mecanismo por la cual se está adquiriendo el parásito (Monteón et al., 2009). Por lo tanto, es importante identificar todos los procesos que influyen para que se lleve a cabo la interacción humano-vector (Goria, 2006). El ámbito ocupacional en el que se desarrollan el hombre y la mujer, pone a cada género en exposición en diferentes hábitats para desarrollar sus actividades. En comunidades rurales, fundamentalmente el hombre realiza actividades que lo exponen al hábitat silvestre-ecotono y las mujeres se desenvuelven primariamente en el ámbito doméstico. Para algunas enfermedades parasitarias, se ha identificado que el sexo masculino presenta la mayor prevalencia, por tener más exposición al agente etiológico (Klein, 2004). En el caso de enfermedad de Chagas, se desconoce si el ámbito ocupacional está ejerciendo un factor de exposición al vector, y por lo tanto, que influya en tener mayor prevalencia del parásito en uno de los géneros. Por lo cual, esta investigación pretende identificar si existe relación entre género y prevalencia asociada a la exposición a *Trypanosoma cruzi* en el ámbito ocupacional. Aportando de esta manera en identificar el hábitat que represente mayor riesgo para adquirir la infección y el género más susceptible al tener más exposición con el vector.



## **HIPÓTESIS**

Existe una relación entre el género y la prevalencia de infección, determinada por la diferencia entre los géneros a la exposición a *Trypanosoma cruzi* relacionada con la necesidad de dispersión e invasión de ámbitos ocupacionales vinculados con sus roles de actividad, en el estado de Yucatán.

## **OBJETIVO GENERAL**

Estimar la prevalencia de *Trypanosoma cruzi* en poblaciones rurales con respecto a género y ocupación (doméstica y campesina) y la exposición vectorial de *T. cruzi* en los hábitats que componen al paisaje de ocupación de hombres y mujeres.

## OBJETIVOS PARTICULARES

- Describir la distribución espacial de *Triatoma dimidiata* y humanos con *Trypanosoma cruzi* en el estado de Yucatán.
- Identificar si hay relación entre factores ambientales con respecto a los puntos de ocurrencia de humanos con *T. cruzi* y/o triatomíneos del estado de Yucatán.
- Identificar la prevalencia de *T. cruzi* en sexo masculino y femenino del estado de Yucatán.
- Identificar si hay relación entre factores ambientales y la temporalidad de presencia de *Triatoma dimidiata* en el estado de Yucatán.
- Identificar diferencias de vulnerabilidad/exposición a *T. cruzi* entre géneros asociada a su(s) ocupación(es) en comunidades rurales del estado de Yucatán.

## CAPITULO I

**¿ES UNIFORME LA PROBABILIDAD DE PRESENCIA DE *Triatoma dimidiata* EN POBLACIONES HUMANAS EN EL ESTADO DE YUCATÁN?**

## INTRODUCCIÓN

Estudiar a escala de paisaje una enfermedad transmitida por vector (VBD), permite tener un panorama sobre los efectos que tienen los cambios en los ecosistemas por efectos de antropización e identificar los factores que ponen en riesgo a las poblaciones humanas (Meentemeyer, Haas, and Václavík 2012; Chase and Chase 2016). Para que exista un ciclo de transmisión se requiere de la existencia de los hábitats preferidos de los vectores y los reservorios infectados, y de la entrada de humanos a estas áreas infectadas (Noireau et al. 2005; A. T. Peterson 2006). Se debe considerar que la distribución, densidad y comportamiento de patógeno-vector-reservorio no sólo están determinados por las características ecológicas de cada uno (Ostfeld, Glass, and Keesing 2005; Reisen 2010; Emmanuel et al. 2011), también se involucran aspectos políticos, económicos y culturales que influyen en la forma de interactuar con los diversos ecosistemas (Randolph 2008; Valdez-tah et al. 2015). Por consiguiente, las variaciones en las características del paisaje relacionadas con los hábitats donde se encuentran patógeno-vector-reservorio y el uso de la tierra, determinan los atributos espaciales de la transmisión (Stoddard et al. 2009; Lambin et al. 2010). De tal manera que, hay factores ambientales y culturales altamente heterogéneos a pequeña escala pero homogéneos a escalas superiores (Schneider 2001; Sumilo et al. 2007). Por esta razón, es importante realizar estudios de distribución de VBD a escala fina, en los cuales se puedan detectar y/o describir factores de riesgo presentes en cada región y, a su vez, obtener datos que pueden ser útiles al momento de definir estrategias para el control de las VBD a nivel regional y local (Meentemeyer, Haas, and Václavík 2012).

La enfermedad de Chagas (EC) es una de las VBD endémicas de América Latina (Coura, Carlos, and Dias 2009; Jr, Rassi, and Marin-neto 2010) y que se ha ido expandiendo a otros continentes por transmisión no vectorial (Schmunis and Yadon 2010; Gascon, Bern, and Pinazo 2010). Tiene como agente causal el parásito *Trypanosoma cruzi* que se encuentra distribuido prácticamente en todo los hábitats de las Américas (Noireau, Diosque, and Jansen 2009), es un parásito con ciclo de vida heteroxeno que incluye más

de 140 especies de triatomos como vectores(Lent and Wygodzinsky 1979) y alrededor de 180 de especies de mamíferos como reservorios(L. 2010). El mecanismo de transmisión al humano es principalmente por contacto con heces infectadas con *T. cruzi* de insectos hematófagos de la subfamilia Triatominae (Hemiptera: Reduviidae)(Lent and Wygodzinsky 1979). Existiendo también la posibilidad de adquirir la enfermedad por: transfusión de sangre y/o donación de otros órganos(J. P. Dias and Brener 1984; Schmuñis 1991; Hernández-becerril et al. 2005); congénita, cuando la madre está infectada(Achilea 1976; Freilij and Altcheh 1995; Carlier et al. 2011); accidental, al estar expuestos con el parásito como en laboratorios y hospitales(J. C. P. Dias and Schofield 1999); y oral, al ingerir alimentos contaminados con triatomos infectados o con sus excretas, llegando a provocar brotes con cuadros clínicos muy severos(Alarcón de Noya et al. 2010). Se trata de una enfermedad con alto impacto en la economía del paciente y salud pública(C. D. J. Schofield 1991; Ramsey et al. 2014). Representa el cuarto lugar de mortalidad y octavo en morbilidad de las enfermedades desatendidas a nivel mundial(Jr, Rassi, and Marin-neto 2009; Hidron et al. 2010); se calcula que hay entre 8 y 11 millones de personas infectadas y aproximadamente 100 millones de personas con peligro de contraer la enfermedad. Sin embargo, estas cifras no reflejan la magnitud del problema ya que son datos sesgados (generados en bancos de sangre, principalmente) y no reflejan la dimensión real del número de pacientes en países endémicos.

El impacto de las características del paisaje(Salgado-ramı et al. 2012; Izeta-Alberdi et al. 2016) asociado a la antropización y ecología de la EC, ha formado parte de la explicación del comportamiento de los triatomos(C. J. Schofield, Diotaiuti, and Dujardin 1999; Pojo De Rego et al. 2006) y reservorios(Noireau et al. 2005; J. K. Peterson et al. 2015; Ibarra-Cerdeña et al. 2017) y cómo cada especie influye de forma distinta en la dispersión de *T. cruzi*(Ramsey et al. 2015). Sin embargo, son pocos los estudios a escala fina que describan-expliquen la distribución de *T. cruzi*(López-Cárdenas et al. 2005; Noya et al. 2010; Brito et al. 2017). Existe evidencia que hay diferencia en el comportamiento de dispersión, abundancia y número de casos de otras VBD al comparar factores ambientales/socioculturales a escalas finas con respecto a escalas superiores(Sumilo et al. 2007). Encontrando que hay factores a escala fina que son determinantes en el aumento

de abundancia de vectores y casos a nivel local que a mayor escala pareciera no repercutir(Hartemink 2009).

De México, Yucatán es uno de los estados altamente endémicos con DC. Y por ende, es uno de los estados de interés para diferentes corrientes de investigación en relación a *T. cruzi*. Se tienen datos sobre prevalencia(Barrera-Pérez Mario A., Rodríguez-Félix María E., Guzmán-Marín Eugenia del S. 1992; JE 2003), siendo la detección por tamizaje en donantes de sangre la principal forma en la que se diagnóstica humanos con *T. cruzi* (Barrera-Pérez MA, Guzmán-Marín ES., Rodríguez-Félix ME, n.d.; Rodríguez-félix et al. 1995); por otro lado, se ha asociado mayor riesgo de infección en humanos ante la presencia de reservorios domésticos infectados con *T. cruzi*(Jiménez-Coello et al. 2010; Carrillo-Peraza et al. 2014); también se sugiere que quienes viven en zonas rurales en la parte norte del estado de Yucatán tienen mayor riesgo de adquirir el parásito ya que es en donde se ha encontrado mayor abundancia de vectores por sus características ambientales(Dumonteil, Gourbie, et al. 2004). En la Península de Yucatán *Triatoma dimidiata* es la especie vector para *T. cruzi*(“Guzman Marin. 1990. Los Transmisores de La Enfermedad de Chagas.pdf,” n.d., “Guzmán Marin. 1992. Hábitos Biológicos de Tdimidiata En Yucatán.pdf,” n.d.), de su comportamiento se sabe que tiene presencia en hábitat doméstico tanto urbano(Guzman-Tapia Y. 2007) como rural en época de sequía(Gourbiere et al. 2002), sin embargo, no se ha demostrado colonización de viviendas (es decir, hay infestación temporal en domicilios)(Gourbiere et al. 2002), coincidiendo con mayor tasa de infección en la misma época pero en áreas de selvas altas(Dumonteil, Gourbie, et al. 2004), lo que implica mayor riesgo para adquirir el parásito el humano u otros reservorios. Esta temporalidad se sospecha es dada por la dispersión de triatomos adultos peri-domésticos y selváticos para ocasionalmente infestar viviendas humanas ante la necesidad de buscar fuentes de alimentación(Dumonteil et al. 2013). Existen factores bioclimáticos (velocidad del viento, precipitación pluvial, humedad, tipo de vegetación y temperatura máxima)(Gourbiere et al. 2002; Dumonteil, Gourbie, et al. 2004) asociados a modificaciones del paisaje por factores antropogénicos (vegetación perturbada por actividades humanas, viviendas cercanas a periferia de las localidades, luz en viviendas)(Gourbiere et al. 2002; Rebollar-téllez et al. 2009; Barbu C, Dumonteil E. 2010; Dumonteil et al. 2013) tienen influencia

en la infestación de las casas por *T. dimidiata* en Yucatán, sobre todo en comunidades rurales(Gourbiere et al. 2002).

En este estudio se aborda territorio exclusivamente del estado de Yucatán, utilizando variables ambientales asociadas a alteración del paisaje por consecuencias antropogénicas, indagando las siguientes preguntas ¿Existe predilección de *Triatoma dimidiata* a hábitats rurales con respecto a hábitats urbanos? ¿La distribución de las detecciones de *T. dimidiata* y casos humanos es aleatoria con respecto a las características ambientales? Por lo cual, los objetivos del presente estudio son: 1) describir la distribución espacial de triatominos y humanos con *T. cruzi* en base a datos oficiales de SSY, 2) Identificar si hay relación entre factores ambientales con respecto a los puntos de ocurrencia de humanos con *T. cruzi* y/o triatominos del estado de Yucatán, México, y a su vez, 3) es un estudio que pone de manifiesto los datos que se pueden obtener al colaborar academia con autoridades de salud pública.

## MATERIAL Y MÉTODOS

### **Área de estudio:**

El área que incluye el estudio corresponde al estado de Yucatán localizado en el sureste de México y en el norte de la península de Yucatán. Se encuentra limitado al norte por el golfo de México, al sureste por el estado de Quintana Roo y al suroeste por el estado de Campeche. Tiene 106 municipios, agrupados en 7 regiones geográficas con una población estimada de 1.956 millones de habitantes(Gobierno del Estado de Yucatán 2012-2018 n.d.).

### **Origen de datos:**

Los datos de triatominos y casos humanos utilizados en este estudio fueron proporcionados por secretaria de salud del estado de Yucatán (SSY). Los datos de colectas de triatominos (CT) corresponden a los años del 2010 al 2015; la CT en viviendas por parte de personal del departamento de vectores se realizó en las casas de personas notificadas con *T. cruzi* así como las casas vecinas de la misma manzana en relación al caso o bien en hogares donde se notifica (por sus habitantes) la presencia del



insecto con sus respectivas casas vecinas. Los triatominos colectados son llevados a laboratorios jurisdiccionales para su identificación y búsqueda de infección con *T. cruzi* en heces a través de microscopía óptica. Toda la información obtenida es capturada en bases de datos. Las bases obtenidas fueron depuradas y sólo se eligieron las presencias cuyos datos estaban completos para poder georreferenciar; por lo tanto, de los datos registrados de CT que en total sumaron 1417, se incluye en el modelo 784 registros distribuidos en 88 municipios y 124 localidades en las 7 regiones; de esta base de datos se realizaron 3 sub-bases: 1) con registros donde se encontraron triatominos con *T. cruzi* (N=144), 2) con registros con triatominos sin *T. cruzi* (N=707) y 3) con registros donde se reportaron ninfas (N=366)

Los datos de casos humanos con *T. cruzi* corresponden a datos oficiales acumulados anuales del 2008 al 2015. Estos casos están representados por los hallazgos del tamizaje que se realiza en bancos de sangre a fin a los requisitos exigidos por la Norma Oficial Mexicana para la disposición de sangre humana y hemoderivados con fines terapéuticos. De las bases se obtuvo un total de 793 personas con *T. cruzi*; al depurar los datos, para el modelo se incluyen 527 registros distribuidos en 74 municipios y 117 localidades en las 7 regiones.

Se crearon puntos aleatorios (PA) con la finalidad de compararlos con las ocurrencias registradas y determinar si se encuentra un patrón aleatorio o no que explique la distribución de casos y triatominos. Los PA se obtuvieron utilizando el programa ArcMap 10.2.2®, tomando como base las localidades con registro de ocurrencias de casos y/o triatominos. Se realizaron 100 réplicas con 1037 PA que representan pseudopresencias de triatominos, se eliminaron los puntos donde no se logró adquirir todas las variables, obteniendo así 100 bases entre 874 y 1002 PA para cada modelo. En cuanto los aleatorios que representarían pseudopresencias de casos humanos, se crearon 100 réplicas con 809 PA para cada modelo, al descartar los puntos con datos incompletos, se obtuvieron 100 bases entre 728 y 776 PA.

### **Obtención de variables:**

Para la construcción del modelo se caracterizó el paisaje de la comunidad(es) mediante variables ambientales de tipo demográfico: (1) densidad poblacional, con datos de censo poblacional INEGI 2010, (2) área de localidad, (3) distancia de cada punto de presencia al centro de la localidad y (4) distancia de cada punto al borde más cercano de la localidad, obteniendo dichas variables con ayuda del programa ArcGIS 10.2.2® utilizando cartas topográficas de INEGI 2010 a escala 1:50 000.

También se incluyeron variables obtenidas mediante teledetección: Índice de vegetación de diferencia normalizada (NDVI) y vegetación mejorada (EVI). Para calcular los índices NDVI y EVI de un bosque tropical seco (TDF), las métricas de superficie tonal y de textura se extrajeron de una imagen de MS (GeoEye-1) con muy alta resolución (VHR). La imagen se transformó a valores de reflectancia relativa y se ortorrectificó usando un remuestreo más cercano y un mapa de elevación digital de resolución espacial de 15 m del Instituto Mexicano de Estadística y Geografía (INEGI). La corrección atmosférica para el mapa MS se realizó utilizando el algoritmo QuAC y la banda Pan se corrigió utilizando el método residual de registro<sup>62</sup>. El procesamiento de imágenes se realizó en ENVI 4.7 + IDL (ITT Visual Information Solutions 2009).

Se extrajeron trece medidas de superficie de las bandas pancromática (Pan) y MS (e infrarrojo rojo cercano) para comparar las capacidades de las métricas con diferentes resoluciones espaciales y espectrales utilizando el enfoque de ventana móvil (Haralick, Shanmugam, and Dinstein 1973). Las primeras cinco son métricas de tono (media, varianza, asimetría, rango de datos y entropía); las ocho restantes son métricas de textura de Haralick (media, varianza, correlación, contraste, disimilitud, homogeneidad, segundo momento angular y entropía). Se analizaron las correlaciones entre todas las métricas dentro de cada grupo (MS o Pan) para evaluar la redundancia

### **Análisis de datos:**

El primer paso que se realizó fue crear 400 matrices divididas en cuatro grupos: A) 100 modelos con los datos de presencia de triatominos con *T. cruzi* y PA, B) 100

modelos con datos presencia de triatominos sin *T. cruzi* y PA, C) 100 modelos con presencia de ninfas y PA, y D) 100 modelos con datos de presencia de casos humanos y PA. Posteriormente, para analizar cada modelo se utilizó el análisis de discriminación lineal (LDA) para obtener el porcentaje de clasificación correcta de los puntos de ocurrencia de casos y triatominos comparados con PA y así mismo obtener cuáles de las variables son las que explican dicha clasificación. Los LDA se realizaron con apoyo del programa Past 3®. El LDA se realizó utilizando el mismo conjunto de variables: área de localidad, densidad de población, EVI, EVI 3\_1, EVI3\_2, EVI3\_3, EVI 5\_1, EVI 5\_2, EVI5\_3, NDVI, NDVI 3\_1, NDVI3\_2, NDVI 3\_3, NDVI5\_1, NDVI 5\_2, NDVI 5\_3, distancia al centro y distancia al borde para los diferentes grupos. También se obtuvo el porcentaje de sensibilidad y especificidad de la clasificación dada por LDA para cada modelo. Con los porcentajes de clasificación correcta, sensibilidad, especificidad y las variables explicativas obtenidos del LDA, se realizaron análisis de frecuencias utilizando GraphPad Prism 7®. Así mismo se obtuvo el índice distancia al centro entre distancia a la periferia de la localidad, para determinar en qué punto se encontraron las ocurrencias con respecto a la localidades, agrupando el resultado de los índices en deciles para su explicación.

## RESULTADOS

### **Descripción de la distribución geográfica de los datos:**

La figura 1 muestra la distribución de *T. dimidiata* con y sin *T. cruzi*, ninfas y humanos con *T. cruzi* en las 7 regiones del estado de Yucatán. La región noroeste resulto tener el mayor porcentaje de ocurrencias de triatominos con y sin *T. cruzi* y ninfas con 38.89%, 32.81% y 36.61% respectivamente; la región sur es la segunda con mayor porcentaje de distribución de triatominos, ya que obtuvo 29.17% de triatominos con *T. cruzi*, 29.28% de triatominos sin *T. cruzi* y 25.14% de ninfas; la región oriente obtuvo el 11.80% de triatominos con *T. cruzi*, 10.47% sin *T. cruzi* y 6.28% de ninfas; el centro representa el 13.01 % de triatominos sin *T. cruzi* y 14.75% de ninfas. El resto de las regiones obtuvieron un porcentaje mucho menor, siendo la región noreste con menor porcentaje de ocurrencias para los tres grupos con 1.39% para triatominos con *T. cruzi*,

0.85% sin *T. cruzi* y 0.55% para ninfas (Figure 1: A, B y C). Para los humanos con *T. cruzi* la distribución fue diferente con respecto a lo que se obtuvo en las colectas de triatomos, dado que la región sur tiene el 45.55% de las ocurrencias, la región noroeste en segundo lugar tiene 19.73% y sin mucha diferencia le sigue la región oriente con 18.41%; la región litoral centro tiene el menor porcentaje con 1.52% de los casos reportados (Figure 1: D).

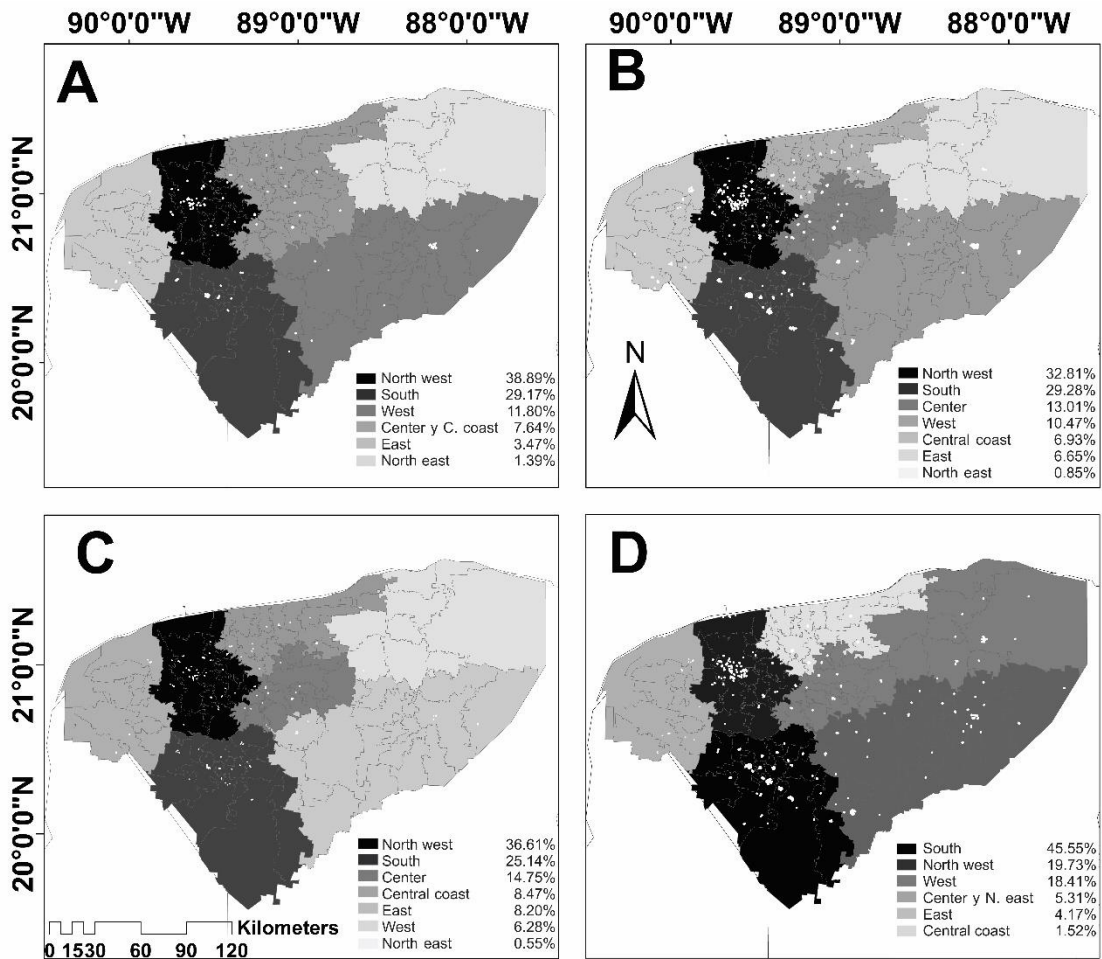
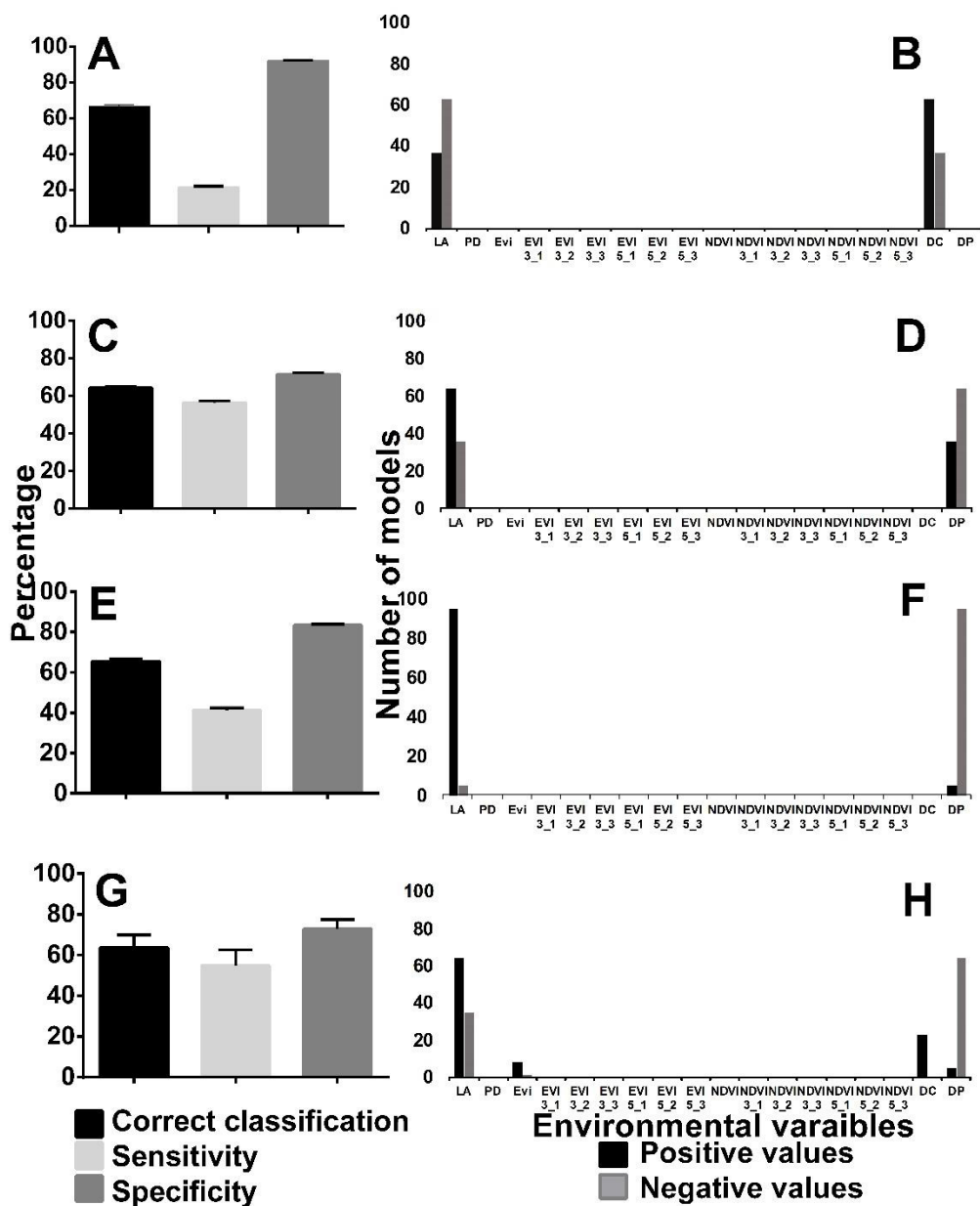


Figura 1. Distribución geográfica por regiones del estado de Yucatán, México, de *Triatoma dimidiata* (*T. dimidiata*) con y sin *Trypanosoma cruzi* (*T. cruzi*) y casos humanos, A) Porcentajes de ocurrencias de *T. dimidiata* con *T. cruzi*, B) Porcentajes de ocurrencias de *T. dimidiata* sin *T. cruzi*, C) Porcentajes de ocurrencias de ninfas y D) Porcentajes de ocurrencias de humanos con *T. cruzi*.

### **Modelos:**

1. Triatominos con *T. cruzi* comparados con puntos aleatorios (100 modelos): Respecto al LDA al comparar triatominos con *T. cruzi* con aleatorios, los 100 modelos obtuvieron como media 66.58% de clasificación correcta, 21.22% de sensibilidad y 91.95% de especificidad (Figure 2: A). Las variables con mayor valor discriminante para realizar la clasificación se representa por medio de valores positivos y negativos (incluyendo estos últimos porque excluye ocurrencias de la clasificación), para estos 100 modelos las variables obtenidas fueron área de localidad (LA) y distancia al centro (DC) (Figure 2: B).
2. Triatominos sin *T. cruzi* comparados con puntos aleatorios: los LDA que pertenecen a este grupo obtuvieron como media 64.34% de clasificación correcta, sensibilidad 56.42% y especificidad 71.63% (Figure 2: C); las variables con mayor valor discriminante fueron LA y distancia a la periferia (DP) (Figure 2: D).
3. Ninfas comparados con puntos aleatorios: los resultados de LDA para este grupo es 65.54 % como media de clasificación correcta, 41.38% de sensibilidad y 83.43% de especificidad (Figure 2: E); obteniendo como variables con mayor valor discriminante las mismas que el grupo anterior: LA y DP (Figure 2: F).
4. Casos humanos con *T. cruzi* comparados con puntos aleatorios: para este último grupo de los resultados de los LDA se obtuvo como media 63.74% de clasificación correcta, 54.86% de sensibilidad y 72.87% de especificidad (Figure 2: G); las variables con mayor valor discriminante obtenidas son LA, EVI, DC y DF (Figure 2: H).

Los porcentajes por arriba del 50% de clasificación correcta indican que las ocurrencias de *T. dimidiata* con y sin *Tc*, las ninfas y humanos con *T.cruzi* no se comportan de manera aleatoria; el porcentaje de sensibilidad indica probabilidad de clasificar correctamente un triatomo con y sin *T. cruzi*, ninfa y/o humano con *T. cruzi* bajo nuestro modelo y el porcentaje de especificidad indica probabilidad de no clasificarlo correctamente.



5.

Figura 2. Análisis discriminante lineal (LDA). A y B representan los 100 modelos creados con ocurrencias de *T. dimidiata* con *T. cruzi* combinado con puntos aleatorios (RP). C y D representan los 100 modelos creados con ocurrencias de *T. dimidiata* sin *T. cruzi* combinado con RP. E y F representan los 100 modelos creados con ocurrencias de ninfas combinadas con RP. G y H representan los 100 modelos creados con ocurrencias de humanos con *T. cruzi* combinado con RP. A, C, E y F son gráficos que muestran el análisis de frecuencia con porcentajes de la clasificación, sensibilidad y especificidad correctas. B, D, F, H son gráficos con las variables que explican las clasificaciones dadas en cada modelo, donde LA = área de localidad, PD = densidad de población, EVI = vegetación mejorada, NDVI = diferencia de vegetación normalizada; 3 y 5 indican el número de vecinos; 1 = media, 2 = varianza, 3 = asimetría.

### Descripción de variables ambientales con mayor valor discriminante:

De los índices DC/DP, al dividir los datos en 10 partes iguales obtuvimos en los cuatro grupos que las proporciones se ubican por arriba de 1, encontrando que el 60% de las ocurrencias de cada grupo se localizan a distancias más cercanas a la periferia de la localidad. (Figura 3).

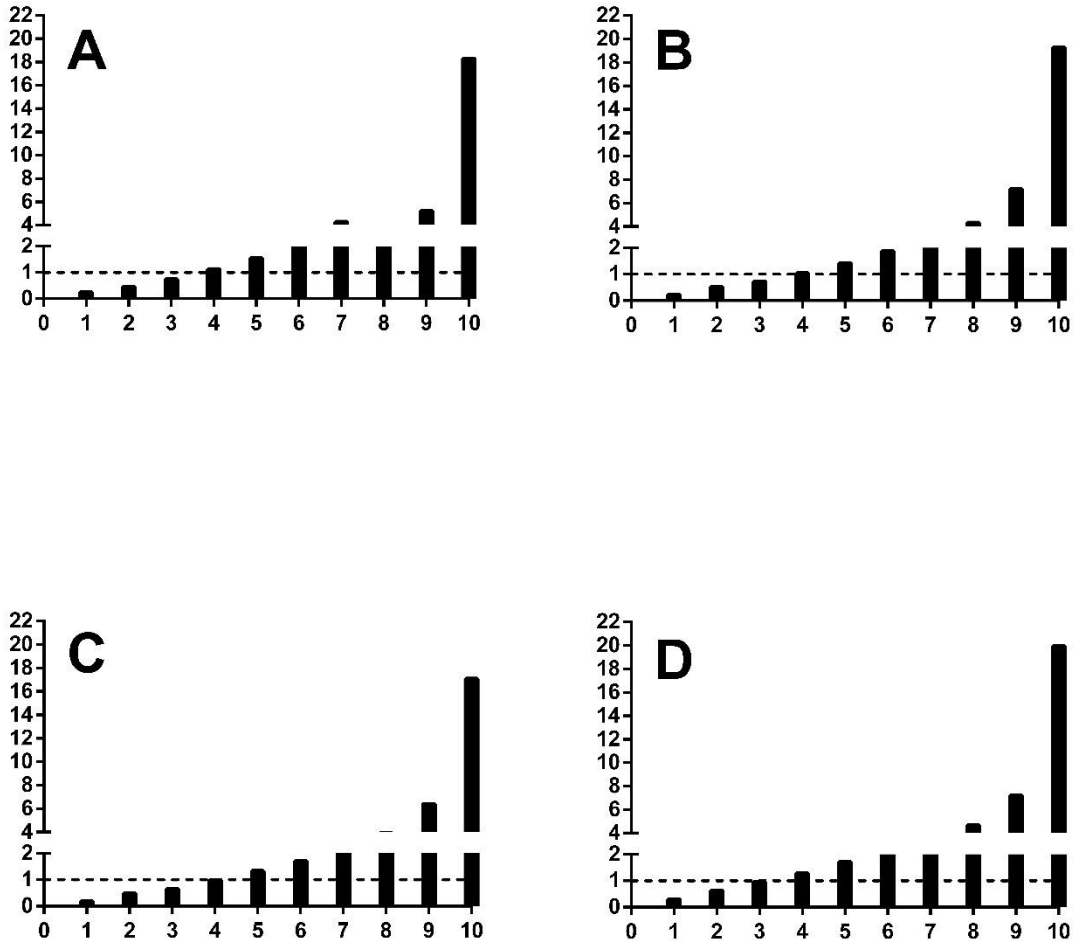


Figura 3. Gráficos con la ración de la distancia P / C. P = periferia y C = centro de: A) Ocurrencias de *T. dimidiata* con *T. cruzi*, B) Ocurrencias de *T. dimidiata* sin *T. cruzi*, C) Ocurrencias de ninfas y D) Ocurrencias de humanos con *T. cruzi*.

Las comunidades con áreas entre 1.1 y 4.9 km<sup>2</sup> presentaron el mayor número de presencias, que en suma se encontró: 42.28% para *T. dimidiata* con *T. cruzi*, 46.39% *T. dimidiata* sin *T. cruzi*, 56.01% para ninfas y 36.43% de humanos con *T. cruzi*. Las comunidades con LA pequeños (0.1 a 0.9 km<sup>2</sup>), obtuvieron bajos porcentajes de

presencias de *T. dimidiata*: 1.63%, 3.12% y 3.01% con y sin *T. cruzi* y ninfas respectivamente, sin embargo, en el caso humanos con *T. cruzi* representaron el 9.1% (Figure 4).

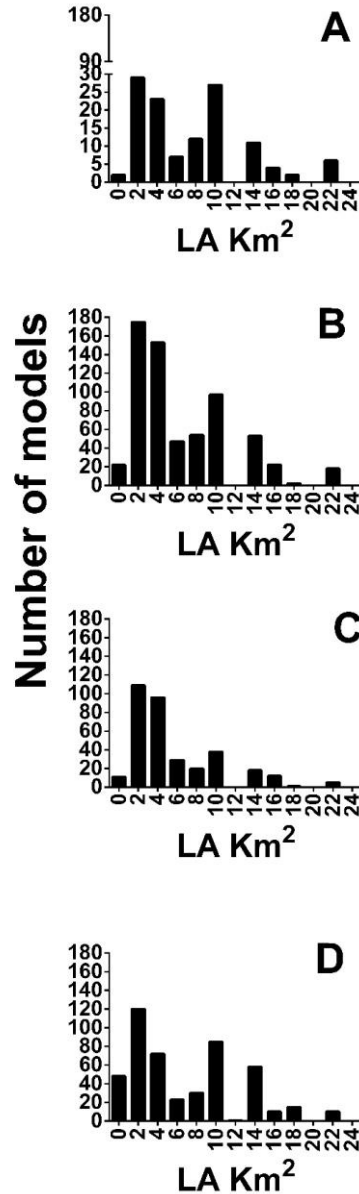


Figura 4. Análisis de frecuencia del área de localidad (LA) en Km<sup>2</sup> de ocurrencias: A) de *T. dimidiata* con *T. cruzi*, B) de *T. dimidiata* sin *T. cruzi*, C) de ninfas y D) Ocurrencias de humanos con *T. cruzi*.



Con respecto al EVI en relación a los casos humanos con *T. cruzi* se encontró que las ocurrencias se presentaron todas en sitios con presencia de vegetación, estando la mayoría con EVI entre 0.35 y 0.70, habiendo un número importante de esas presencias en EVI 0.5. En el caso de los puntos aleatorios los EVI se encontraron sobre todo entre 0.60 y 0.85, siendo el pico máximo en EVI 0.75. (Figure 5).

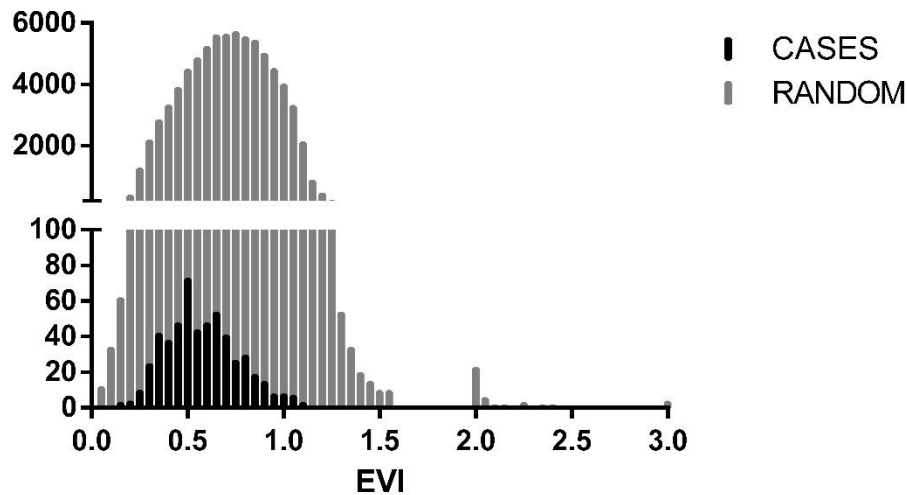


Figura 5. Análisis de frecuencia de EVI (vegetación mejorada) obtenida de ocurrencias humanas con *T. cruzi* (CASES) y los puntos aleatorios de los 100 modelos (RANDOM).

## DISCUSIÓN

Este estudio muestra que la transmisión vectorial en el estado de Yucatán de acuerdo a la distribución identificada con datos de SSY se puede dar prácticamente en todo el estado de Yucatán, donde la región noroeste tuvo el mayor porcentaje de colectas de triatomos. Así mismo, la distribución de pacientes se hace presente en todo el estado. Sin embargo, la región sur es la que presenta el mayor número de casos.

Al asociar la posición espacial y variables ambientales con respecto a puntos aleatorios, dimos la oportunidad para que la distribución observada demostrará si sigue patrones que las semejen a escenarios aleatorios. Nuestro análisis sugiere que existe relación entre la presencia de triatomos y casos con las características del paisaje, por tanto, la distribución de los registros no es aleatoria, exponiendo la posibilidad de que *T. dimidiata*

tenga más atracción por paisajes rurales con respecto a los urbanos. Estos hallazgos amplían el conocimiento eco-epidemiológico en relación a enfermedad de Chagas en el estado de Yucatán y pone de manifiesto la necesidad de realizar estudios a escala fina, así como de la importancia del trabajo entre academia y autoridades de salud para lograr los objetivos de control vectorial y detección de casos no sólo por bancos de sangre, se recomienda el tamizaje en los sitios cuyos paisajes tienen factores que aumentan el riesgo de transmisión de *T. cruzi*.

Dado que la transmisión vectorial es el principal mecanismo para adquirir *T. cruzi* y se ha propuesto que los modelos de distribución espacial de los vectores pueden ayudar a identificar factores de riesgo (Dumonteil, Gourbie, et al. 2004; Ramsey et al. 2015). En Yucatán se ha detectado que la distribución de *T. dimidiata* está dada en todo el estado (Gourbiere et al. 2002) y se ha encontrado mayor tasa de infección en triatominos en la región noroeste lo que sugiere que en esta zona existe más riesgo de adquirir *T. cruzi* (Gourbiere et al. 2002) y por tanto, es en donde se ha recomendado se haga mayor esfuerzo para control vectorial y búsqueda de pacientes (Dumonteil, Gourbie, et al. 2004). Sin embargo, a pesar de que la distribución de los datos utilizados en este estudio también obtuvo mayor presencia de triatominos en la región noroeste, es remarcable que la presencia de casos reportados por SSY no concuerda con los sitios donde en teoría se predice deben existir el mayor número de pacientes (Dumonteil, Gourbie, et al. 2004; Dumonteil et al. 2007), ya que se encuentran distribuidos en todo el estado y principalmente en la región sur. Debido a que los casos están representados por diagnósticos en bancos de sangre, esto implica que sea el paciente el que se desplace a los hospitales a donar sangre, en cambio, las colectas de triatominos implica que personal de vectores sea quien se desplace a las comunidades a realizar búsqueda del vector. Esta diferencia sobresaliente en la distribución de datos de SSY de presencias entre triatominos y casos, puede estar dada por diversas razones 1) no es el mismo esfuerzo de colecta de triatominos en las regiones del estado, lo que implica que no se realiza búsqueda de forma homogénea en cada región, 2) el vector tiene mayor presencia en viviendas urbanas que las rurales y la exposición vectorial de la población rural no está dada a nivel domiciliar, 3) los casos de DC en el estado de Yucatán no son dados

principalmente por contacto con heces del vector y hay que indagar más sobre el resto de los mecanismos de transmisión. Esta importante diferencia es una alerta para las autoridades de salud del estado que no debe ser ignorada.

De los hallazgos en nuestro estudio, fue interesante encontrar que las variables ambientales que discriminaron mejor las presencias de triatomíneos no resultaron ser las mismas para las presencias de casos. Cabe señalar que el uso de variables obtenidas por teledetección como el NDVI y/o EVI, a pesar de que permiten obtener características de la vegetación en base a sus patrones espaciales y temporales de cambio (Buermann et al. 2008; Vazquez-Prokopec et al. 2012), han sido poco aplicadas para estudios asociados a distribución de triatomíneos (Gorla 2002; Vazquez-Prokopec et al. 2012) y en la distribución de humanos con *T. cruzi* casi nulo. Si bien, el área de la localidad, distancia al centro-distancia a la periferia fueron las variables con mayor valor discriminante en todos los modelos, para los casos humanos se agregó el EVI. Nuestro análisis detectó que todas las presencias de personas infectadas con *T. cruzi* se encuentran en sitios donde hay vegetación. A pesar de que no hay estudios con distribución de personas con *T. cruzi* donde se haya utilizado índices de vegetación, llama la atención que es un resultado que tiene cierta similitud a estudios donde han asociado viviendas infestadas de triatomíneos con presencias de arbustos y han observado decremento de infestación en las viviendas donde no existe vegetación (Ceballos et al. 2006). Quedando la duda si la deforestación es un factor que contribuye a la domiciliación de *T. dimidiata* (Dumonteil, Gourbie, et al. 2004). El hecho de que las variables de tipo demográfico y ocupación del espacio resultaran discriminantes en todos los modelos de triatomíneos como el de casos, apoya que si existe fuerte influencia antropogénica (Kadmon, Farber, and Danin 2004) en la modificación del paisaje en el estado de Yucatán<sup>3,14</sup>. Al modificar el nicho ecológico de los triatomíneos y sus reservorios, favorecen sinantropía de las especies selváticas (Noireau et al. 2005; Hassell et al. 2017; Ibarra-Cerdeña et al. 2017). Lo que puede tener como consecuencia aumento en la transmisión de *T. cruzi*.

En este estudio sabemos que tenemos un sesgo importante por el origen de los datos, no podemos asegurar que en los sitios donde se encuentran los casos y no se reportan triatomíneos sean verdaderas ausencias, así como tampoco los sitios donde hay triatomíneos y no casos humanos (Soberón and Peterson 2005). Además es importante aclarar que no se trata de un modelo predictivo. Sin embargo, comprobamos que la distribución de los datos no se comporta de forma aleatoria y las características ambientales sí tienen influencia en los sitios donde se encuentran las presencias. Bajo este modelo no es posible aseverar que *T. dimidiata* tiene predilección a hábitats rurales con respecto a los urbanos, pero sí hay marcada tendencia por la presencia del vector en localidades con áreas entre 1.1 y 4.9 km<sup>2</sup> y en viviendas cercanas a la periferia de las comunidades. Si bien, el índice de vegetación no resultó valor discriminante para las presencias de triatomíneos, en la presencia de casos sí tiene influencia. Además, debe llamar la atención que las localidades más pequeñas (con LA de 0.1 a 0.9 km<sup>2</sup>) tienen los porcentajes más bajos en la distribución de triatomíneos (de 1.63% a 3.12%), y comunidades con el mismo tamaño representan el 9.1% de los casos. Comunidades tan pequeñas en el estado de Yucatán, implican sitios con mayor marginación donde aún no se cuenta con servicios elementales y las viviendas se encuentran prácticamente entre hábitat selvático, cuyos paisajes tienen perturbación intermedia a más conservados. Lo que permite que se tenga mayor convivencia con vectores y reservorios de *T. cruzi* de hábitat silvestres y sinantrópicos; que por un lado son factores que facilitan la domiciliación de algunas especies de triatomíneos (Brito et al. 2017), pero en el caso de *T. dimidiata* en Yucatán han encontrado que puede proteger de la infestación a nivel domiciliar (Barbu C, Dumonteil E. 2010). Sin embargo, hay presencia de un porcentaje considerable de casos humanos en estas comunidades que hace preguntarnos ¿qué papel juega el vector en la transmisión de *T. cruzi* en estas comunidades? ¿Dónde se están infectando las personas de estas comunidades?

El control de vectores por medio de insecticidas ha sido la apuesta para disminuir los casos de DC en sitios endémicos (Inst, Cruz, and Janeiro 2002). Sin embargo, para cumplir con los objetivos de control, se debe considerar los factores extrínsecos al agente etiológico provocados por el humano, ya que van desencadenando modificación de los

nichos ecológicos de triatomíneos y reservorios. Cada región es responsable de la presencia, pero sobre todo propagación de una enfermedad infecciosa como enfermedad de Chagas. Urge un programa específico para el manejo de DC a nivel Nacional, en el que existan cláusulas que puedan ser modificadas por cada estado de acuerdo a los factores propios de la región. Es por ello que es importante realizar estudios de distribución a escala fina. En el caso de Yucatán prácticamente todo el estado tiene presencia de vector y personas con *T. cruzi*, lo que debe ser una alerta para las autoridades y ampliar los tamizajes de detección en todas las regiones. Realizar modelos con datos de mayor alcance, como los datos que van recopilando las instituciones de salud pública, permiten obtener datos de los sitios donde se deben aumentar los esfuerzos para diagnósticos y tratamientos oportunos, pero sobre todo para encontrar estrategias preventivas viables.

## **CAPITULO II**

**PREVALENCIA DE INFECCIÓN CON *T. cruzi* EN SEXO FEMENINO Y SEXO MASCULINO EN EL ESTADO DE YUCATÁN, Y TEMPORALIDAD DE PRESENCIA DE *T. dimidiata* EN EL ESTADO DE YUCATÁN**

## INTRODUCCIÓN

La enfermedad de Chagas (EC), también conocida como tripanosomiasis americana, es una zoonosis causada por el parásito *Trypanosoma cruzi*, el cual es un protozooario flagelado transmitido por insectos hematófagos denominados triatomíneos. El Dr. Carlos Ribeiro Justiniano das Chagas, fue quien identificó el vector, el parásito y, finalmente, la enfermedad humana en un periodo que abarco de 1907 a 1909. Es la enfermedad parasitaria de mayor importancia en América Latina, representa la tercera enfermedad infecciosa siendo precedida por SIDA y tuberculosis. Los años de vida ajustados por discapacidad para EC son cinco veces mayores que la malaria y dos veces más altos que el dengue y aun así está ausentes en la agenda de las políticas y prácticas de salud pública de muchos países endémicos.

La transmisión vectorial representa la principal forma de adquirir el parásito *T. cruzi* (Jr, Rassi, and Marin-neto 2010) a través del contacto con heces de insectos triatomíneos de la subfamilia *Triatominae*, familia Reduviidae y orden Hemiptera (Lent and Wygodzinsky 1979). Entre las distintas especies de vectores, las más importantes desde el punto de vista epidemiológico son aquellas que colonizan las viviendas humanas y están generalmente confinadas a los ambientes domésticos y peridomésticos de las zonas rurales (Samartino, 2009). Se han descrito 123 especies de Triatominae en el mundo y en México, se reconocen 30 especies de triatomíneos hematófagos, de las cuales 23 están distribuidas exclusivamente en el territorio nacional. Las especies con mayores porcentajes de infección en nuestro país son: *Triatoma pallidipennis*, *T. picturata*, *T. barberi*, *T. dimidiata*, *T. phyllosoma*, *T. mazzottii*, *T. picturata*, *T. mexicana*, *T. gerstaeckeri*, *T. longipennis*, *Rhodniusprolixu* (Vidal-Acosta et al., 2000; Ramsey et al., 2003).

En la Península de Yucatán *Triatoma dimidiata* es la especie vector para *T. cruzi* (Zarate y Zarate, 1985; Zavala-Velázquez, 2003; Dumontiel y Goirbiere, 2004; Reyes-Novelo et al., 2013). De su comportamiento se sabe que tiene mayor presencia en hábitat doméstico urbano (Guzman-Tapia Y. 2007) y rural en época de sequía (Gourbiere et al. 2002). Sin embargo, no se ha demostrado colonización de viviendas (es decir, hay infestación

temporal en domicilios) (Gourbiere et al. 2002), coincidiendo con mayor tasa de infección en la misma época, pero en áreas de selvas altas (Dumonteil, Gourbie, et al. 2004). Esta temporalidad se sospecha es dada por la dispersión de triatominos adultos peri-domésticos y selváticos para ocasionalmente infestar viviendas humanas ante la necesidad de buscar fuentes de alimentación (Dumonteil et al. 2013); encontrando que factores bioclimáticos (velocidad del viento, precipitación pluvial, humedad, tipo de vegetación y temperatura máxima) (Gourbiere et al. 2002; Dumonteil, Gourbie, et al. 2004) asociados a modificaciones del paisaje por factores antropogénicos (vegetación perturbada por actividades humanas, viviendas cercanas a periferia de las localidades, luz en viviendas) (Gourbiere et al. 2002; Rebollar-téllez et al. 2009; Barbu C, Dumonteil E. 2010; Dumonteil et al. 2013) tienen influencia en la infestación de las casas por *T. dimidiata* en Yucatán, sobre todo en comunidades rurales (Gourbiere et al. 2002).

En relación a seroprevalencia de EC en la Península de Yucatán la detección por tamizaje en donantes de sangre es la principal forma en la que se diagnostica humanos con *T. cruzi* (Barrera-Pérez MA, Guzmán-Marín ES., Rodríguez-Félix ME, n.d.; Rodríguez-félix et al. 1995). Sin embargo, hay estudios que asocian mayor riesgo de infección en humanos ante la presencia de reservorios domésticos infectados con *T. cruzi* (Jiménez-Coello et al. 2010; Carrillo-Peraza et al. 2014); también se ha identificado que quienes viven en zonas rurales en la parte norte del estado de Yucatán tienen mayor riesgo de adquirir el parásito ya que es en donde se ha encontrado mayor abundancia de vectores por sus características ambientales (Dumonteil, Gourbie, et al. 2004).

Con datos oficiales de casos humanos infectados con *T. cruzi* y colectas de triatominos, planteamos como objetivos en este estudio describir la prevalencia de *T. cruzi* en hombres y mujeres infectados asociada a variables ambientales e identificar si la temporalidad de presencia de triatominos esta influenciada de variables ambientales.



## MATERIAL Y MÉTODOS

### **Área de estudio:**

El área que incluye el estudio corresponde al estado de Yucatán. Estado localizado en el sureste de México y en el norte de la península de Yucatán. Se encuentra limitado al norte por el golfo de México, al sureste por el estado de Quintana Roo y al suroeste por el estado de Campeche. Tiene 106 municipios, agrupados en 7 regiones geográficas con una población estimada de 1.956 millones de habitantes (Gobierno del Estado de Yucatán 2012-2018 n.d.).

### **Origen de datos:**

Los datos de triatomínicos y casos humanos utilizados en este estudio fueron proporcionados por secretaria de salud del estado de Yucatán (SSY). Los datos de colectas de triatomínicos (CT) corresponden a los años del 2012 al 2015; la CT en viviendas por parte de personal del departamento de vectores se realizó en las casas de personas notificadas con *T. cruzi* así como las casas vecinas de la misma manzana en relación al caso o bien en hogares donde se notifica (por sus habitantes) la presencia del insecto con sus respectivas casas vecinas. Los triatomínicos colectados son llevados a laboratorios jurisdiccionales para su identificación y búsqueda de infección con *T. cruzi* en heces a través de microscopía óptica. Toda la información obtenida es capturada en bases de datos.

Las bases obtenidas fueron depuradas y sólo se eligieron las presencias cuyos datos estaban completos para poder georreferenciar; por lo tanto, de los datos registrados de CT que en total sumaron 1417, se incluye en 712 registros distribuidos en 77 municipios y 90 localidades. Respecto a los datos de casos humanos con *T. cruzi*, corresponden a datos oficiales acumulados anuales del 2008 al 2015; estos casos están representados por los hallazgos del tamizaje que se realiza en bancos de sangre a fin a los requisitos exigidos por la Norma Oficial Mexicana para la disposición de sangre humana y hemoderivados con fines terapéuticos. De las bases de casos se obtuvo un total de 793 personas con *T.*

*cruzi*; al depurar los datos, sólo se pudieron utilizar 552 registros distribuidos en 74 municipios y 123 localidades.

#### **Obtención de variables:**

Para la construcción del modelo se caracterizó el paisaje de la comunidad(es) mediante variables ambientales de tipo demográfico: (1) densidad poblacional, con datos de censo poblacional INEGI 2010, (2) área de localidad, (3) distancia de cada punto de presencia al centro de la localidad y (4) distancia de cada punto al borde más cercano de la localidad, obteniendo dichas variables con ayuda del programa ArGis 10.2.2® utilizando cartas topográficas de INEGI 2010 a escala 1:50 000.

También se incluyeron variables obtenidas mediante teledetección: Índice de vegetación de diferencia normalizada (NDVI) y vegetación mejorada (EVI). Para calcular los índices NDVI y EVI de un bosque tropical seco (TDF), las métricas de superficie tonal y de textura se extrajeron de una imagen de MS (GeoEye-1) con muy alta resolución (VHR). La imagen se transformó a valores de reflectancia relativa y se ortorrectificó usando un remuestreo más cercano y un mapa de elevación digital de resolución espacial de 15 m del Instituto Mexicano de Estadística y Geografía (INEGI). La corrección atmosférica para el mapa MS se realizó utilizando el algoritmo QuAC y la banda Pan se corrigió utilizando el método residual de registro62. El procesamiento de imágenes se realizó en ENVI 4.7 + IDL (ITT Visual Information Solutions 2009).

Se extrajeron trece medidas de superficie de las bandas pancromática (Pan) y MS (e infrarrojo rojo cercano) para comparar las capacidades de las métricas con diferentes resoluciones espaciales y espectrales utilizando el enfoque de ventana móvil (Haralick, Shanmugam, and Dinstein 1973). Las primeras cinco son métricas de tono (media, varianza, asimetría, rango de datos y entropía); las ocho restantes son métricas de textura de Haralick (media, varianza, correlación, contraste, disimilitud, homogeneidad, segundo momento angular y entropía). Se analizaron las correlaciones entre todas las métricas dentro de cada grupo (MS o Pan) para evaluar la redundancia

### **Análisis de datos:**

Se realizaron análisis descriptivos y de frecuencia para explorar los datos obtenidos en relación a casos humanos: sexo y edad; en relación a triatominos: temporalidad, infestación, colonización y abundancia. La prueba Chi-cuadrada se utilizó para comparar el número de hombres y mujeres infectados con *T. cruzi* y meses de colecta de triatominos por año. Todas estas pruebas se realizaron con ayuda del programa IBM SPSS Statistics 22.

Con las georreferencias de las viviendas se realizó un mapa de distribución de infectados con *T. cruzi* por sexo, con ayuda del programa ArcMap 10.2.2

Se realizó análisis de discriminación lineal (LDA) con apoyo del programa Past 3® para obtener el porcentaje de clasificación correcta de los puntos de ocurrencia de casos del sexo femenino, sexo masculino y triatominos con *T. cruzi* y así mismo obtener cuáles de las variables son las que explican dicha clasificación. El LDA se realizó utilizando como variables: área de localidad, densidad de población, EVI, EVI 3\_1, EVI3\_2, EVI3\_3, EVI 5\_1, EVI 5\_2, EVI5\_3, NDVI, NDVI 3\_1, NDVI3\_2, NDVI 3\_3, NDVI5\_1, NDVI 5\_2, NDVI 5\_3, distancia al centro y distancia al borde.

Para analizar los datos de triatominos colectados, se realizó modelos de regresión lineal y no lineal con ayuda del programa IBM SPSS Statistics 22, utilizando como variable dependiente la infestación y variables independientes: área de localidad, número de población, densidad de población, EVI, EVI 3\_1, EVI3\_2, EVI3\_3, EVI 5\_1, EVI 5\_2, EVI5\_3, NDVI, NDVI 3\_1, NDVI3\_2, NDVI 3\_3, NDVI5\_1, NDVI 5\_2, NDVI 5\_3, distancia al centro y distancia al borde, EVI y NDVI de buffers de 200 m<sup>2</sup> fuera del pueblo.

## RESULTADOS

### Descripción de datos sobre casos humanos con *T. cruzi*:

La distribución de hombres y mujeres infectadas con *T. cruzi* se puede observar en la figura 1, donde se aprecia que hay casos registrados prácticamente en todo el estado de Yucatán. De los 538 datos de casos humanos con *T. cruzi* que se incluyeron en el análisis, 79% (N=425) son del sexo masculino y 21% (N=113) del sexo femenino (Tabla 1). Las localidades donde se encuentran el mayor número de registros de hombres infectados son: Ticul (46/438), Mérida (37/438) y Oxkutzcab (32/438); teniendo estas localidades también el mayor número de registros de mujeres, pero con orden diferente: Mérida (17/114), Oxkutzcab (11/114) y Ticul (10/114).

**Tabla 1. Número de casos humanos con *T. cruzi* divididos por sexo**

SEXO	FRECUENCIA	%
Femenino	113	21.00
Masculino	425	79.00
Total	538	100

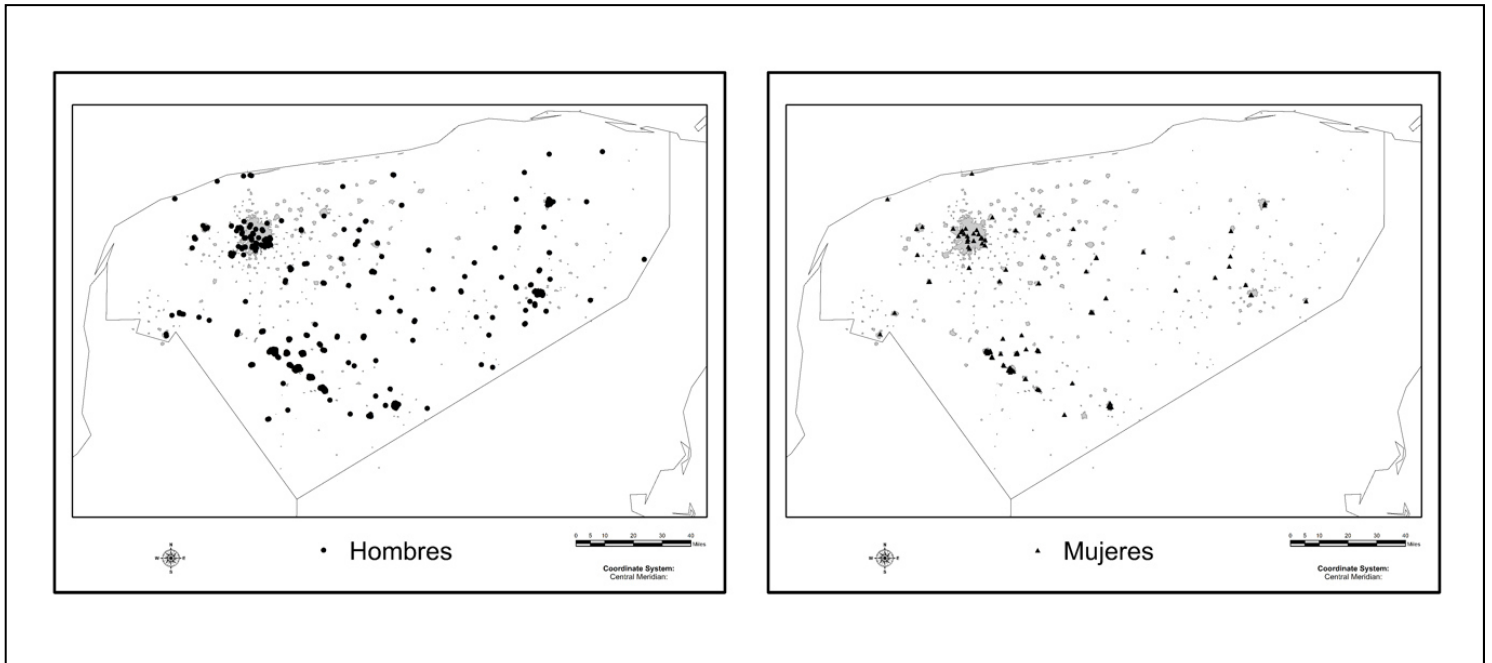


Figura 1. Mapas de distribución de hombres y mujeres con *T. cruzi* en el estado de Yucatán, México.

Las edades en las que fueron detectados los casos con *T. cruzi* incluyen individuos de 18 a 64 años de edad; la frecuencia y porcentaje obtenido en los intervalos de edad que se generaron se observan en la tabla 2. El intervalo de edad de 38 a 42 años obtuvo el mayor porcentaje de detección para ambos sexos (18.82% para el sexo masculino y 18.58% para el sexo femenino) y el intervalo de edad de 63 a 68 años obtuvo el menor porcentaje en ambos sexos (0.47% en sexo masculino y 1.77% en sexo femenino).

**Tabla 2. Intervalo de edad en la que se detectaron ambos sexos con *T. cruzi***

EDAD	SEXO FEMENINO		SEXO MASCULINO	
	Frecuencia	%	Frecuencia	%
18 a 22	3	3	30	7.06
23 a 27	16	14.16	62	14.59
28 a 32	19	16.81	68	16.00
33 a 37	14	12.39	62	14.59
38 a 42	21	18.58	80	18.82
43 a 47	15	13.27	53	12.47
48 a 52	10	8.85	46	10.82
53 a 57	8	7.08	12	2.82
58 a 62	5	4.42	10	2.35
63 a 68	2	1.77	2	0.47
Total	113	100	425	100

**Casos de hombres y mujeres infectadas con *T. cruzi* asociados a variables ambientales:**

Respecto al resultado del modelo realizado con análisis discriminante lineal (ADL) se puede observar en la figura 2. Al comparar mujeres y hombres con *T. cruzi* con puntos aleatorios los tres obtuvieron mayor porcentaje como clasificaron correcta, sin embargo, la media obtenida fue del 48.56% de clasificación correcta, lo cual no es significativo (Tabla 3). Las variables con mayor valor discriminante para realizar la clasificación fueron: área de localidad y distancia al borde.

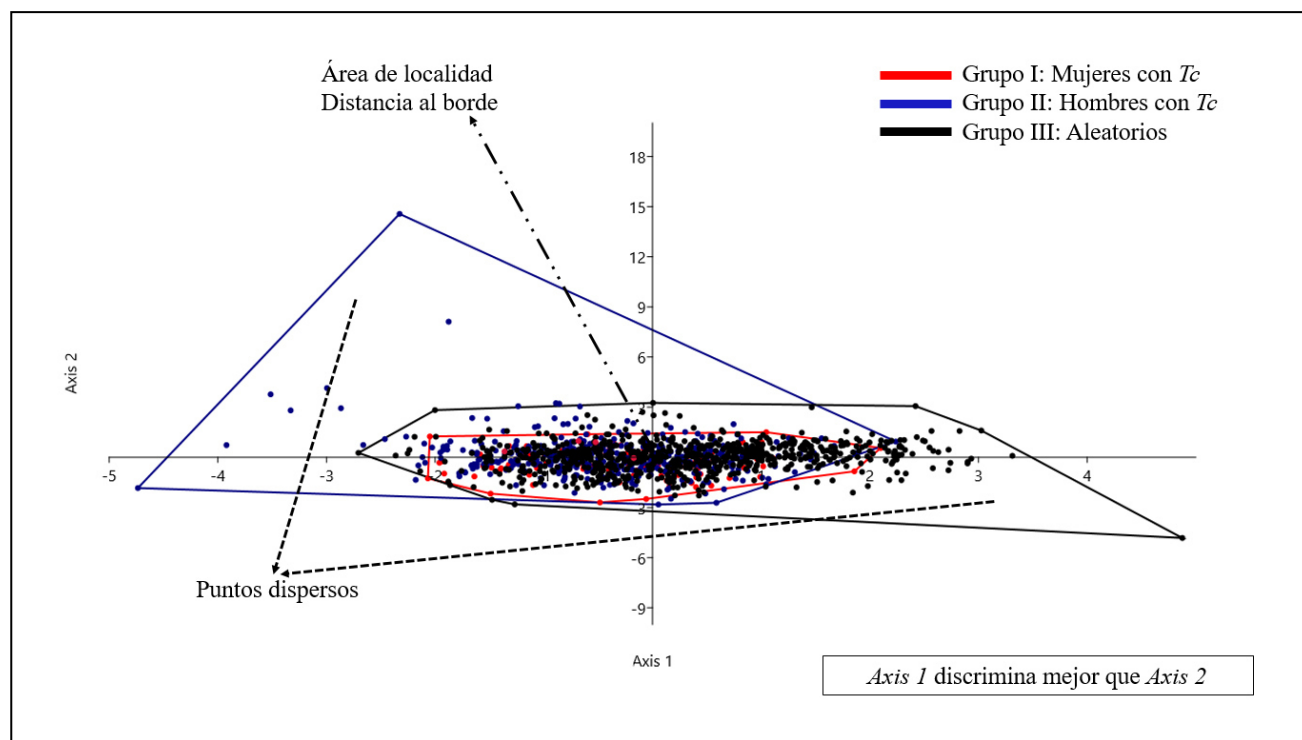


Figura 2: Modelo de análisis discriminante lineal que involucraron tres grupos para buscar clasificación correcta: Grupo 1 que corresponde a mujeres con  $T_c$ , Grupo II que incluye a hombres con  $T_c$  y el Grupo III representado por puntos aleatorios. Las variables con mayor valor discriminante son el área de localidad y distancia al borde, ubicadas en axis 1. También se observa la presencia de puntos dispersos en grupo II y grupo III.

**Tabla 3. Porcentaje de clasificación correcta de mujeres y hombres con  $T. cruzi$  y aleatorios obtenida en análisis discriminante lineal.**

CLASIFICACIÓN	MUJERES CON $T_c$		HOMBRES CON $T_c$		ALEATORIO		TOTAL
	Frecuencia	%	Frecuencia	%	Frecuencia	%	
Mujeres con $T_c$	48	44.04	33	30.28	28	25.69	109
Hombres con $T_c$	127	30.31	185	44.15	107	25.54	419
Aleatorios	177	23.26	191	25.10	393	51.64	761
Total	352	27.31	409	31.73	528	40.96	1289

**Descripción de datos de colectas de *Triatoma dimidiata* y asociación de su presencia con variables ambientales:**

En relación a los datos de colecta de *T. dimidiata* en todo el estado de Yucatán, el año 2015 es donde se tiene el mayor número de colectas (N=991), en segundo lugar el año 2014 (N=540), tercer lugar el año 2012 (N=393) y como último lugar el año 2013 (N=302) (Figura 3).

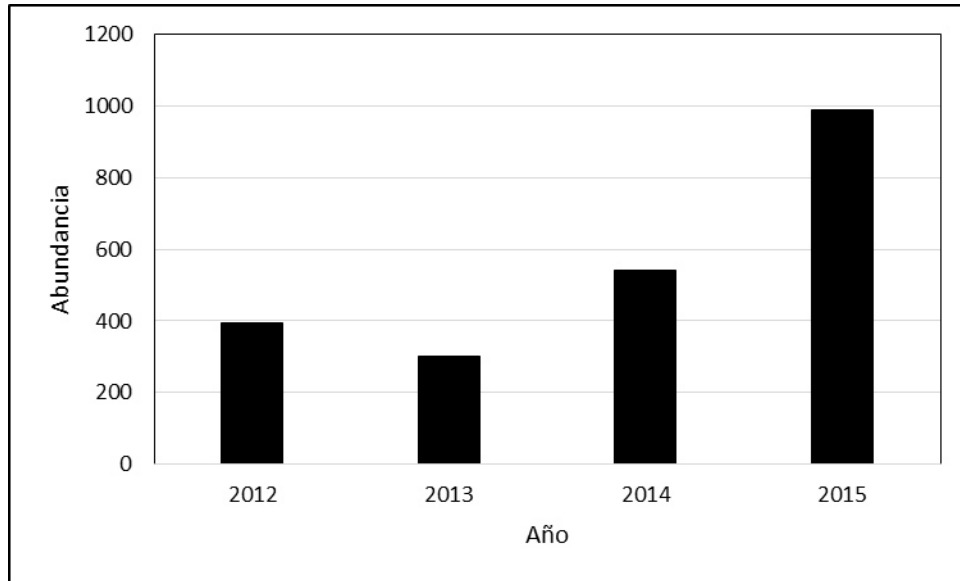


Figura 3. Número de colectas de *T. dimidiata* por año

La temporalidad de las colectas de *T. dimidiata* se observa en la figura 4. Sólo el año 2014 tuvo colectas todos los meses del año; en el año 2012 no se tiene datos de colecta los meses de noviembre y diciembre y en el año 2013 los meses donde no hay reporte fueron octubre y noviembre; el año 2015 sólo no tuvo colectas en el mes de septiembre. Los meses con mayor número de colecta varían en cada año, sin embargo, el mes de junio es donde coincide el mayor número de colectas en casi todos los años a excepción del año 2014 que obtuvo mayor número de colectas en el mes de agosto (Figura 4).

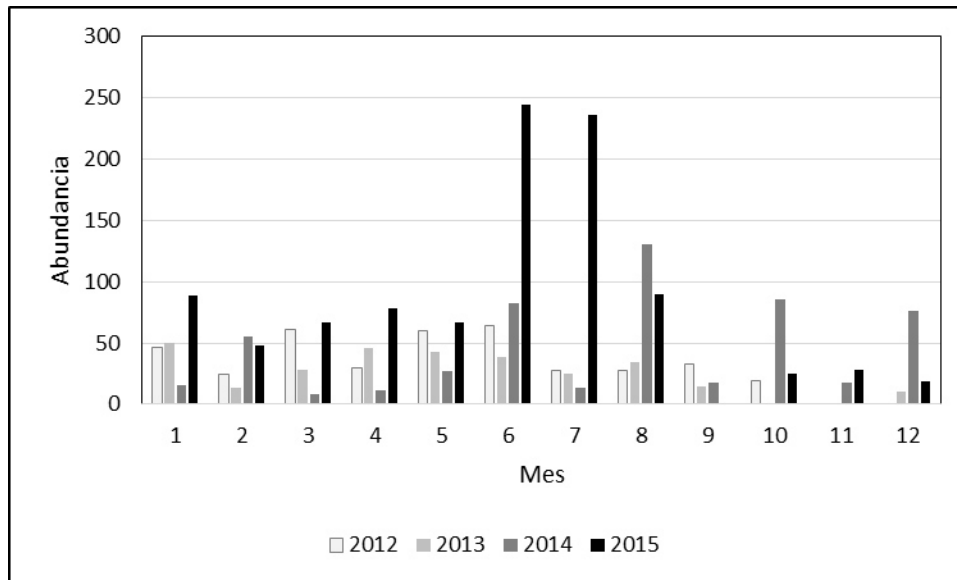


Figura 4. Temporalidad de abundancia de *T. dimidiata* dividida por mes y año.

Con respecto a datos de colonización, el año 2014 fue el único donde se tuvo reporte de colecta de ninfas todos los meses (Figura 4); en los años 2012, 2013 y 2015 no hubo reportes de colectas de ninfas los mismos meses que se comentaron en las colectas de triatomino en general (Figura 4 y 5). Los meses con mayor presencia de ninfas reportadas fueron junio (N=243), julio (N=185) y agosto (N=126); los meses con menor número de colectas de ninfas reportadas fueron septiembre (N=26) y noviembre (N=27) (Figura 5).

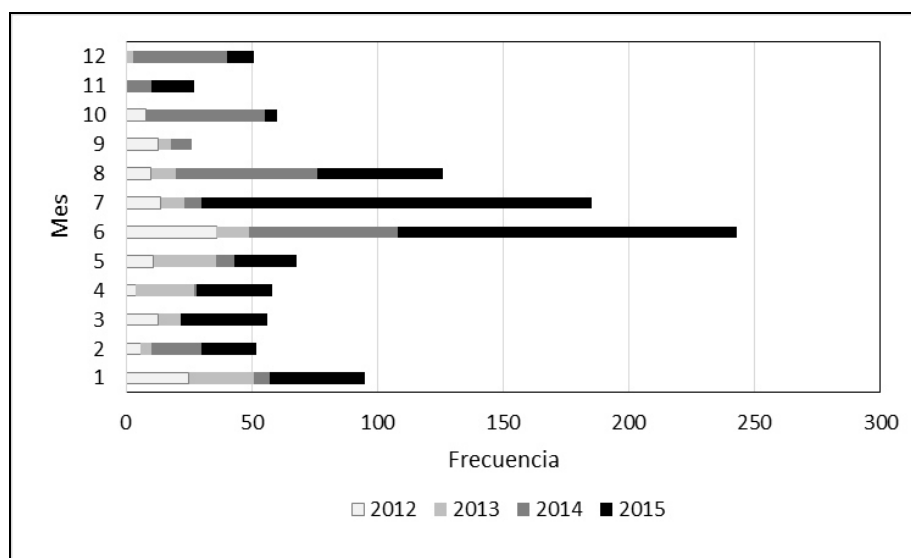


Figura 5. Presencia de colonización reportados por mes y año



Se detectó presencia de *T. cruzi* en 294 de los triatominos colectados durante los 4 años que abarca el análisis, de los cuales 167 corresponden al año 2015. El mes con mayor detección del parásito fue el mes de junio (N=101), siguiéndole en segundo lugar con mucha diferencia el mes de julio (N=47) y mes de agosto (N=30) (Figura 6).

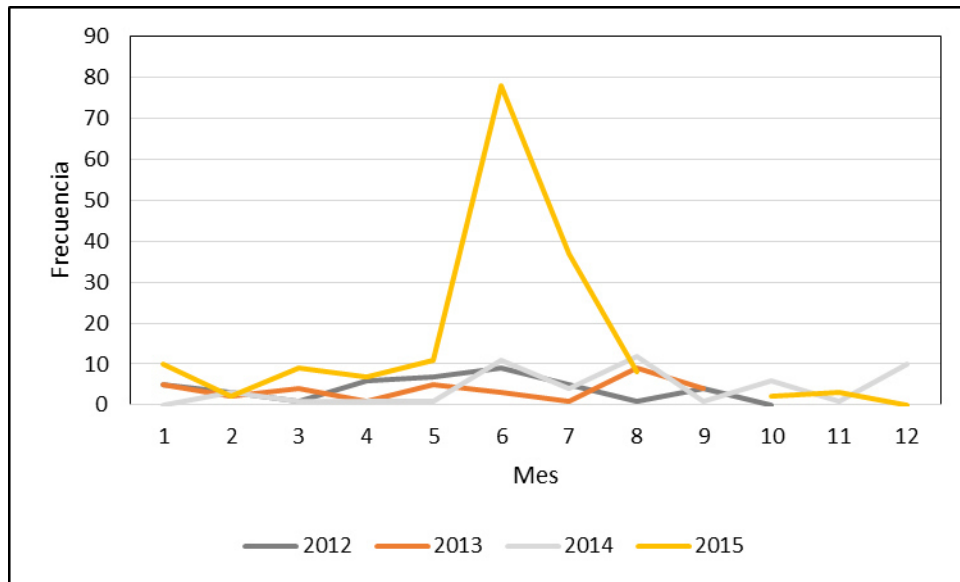


Figura 6. Presencia de *T. dimidiata* con *T. cruzi* reportados por mes y año.

En relación al modelo de regresión lineal, se generaron 5 modelos para obtener el modelo mínimo para identificar las variables con mayor valor predictivo en relación a la presencia de infestación (Tabla 4), las cuales fueron: Evi 5\_1 ( $P=0.006$ ) y Ndvi 3\_2 ( $P=0.009$ ) (Figura 7 y 8).

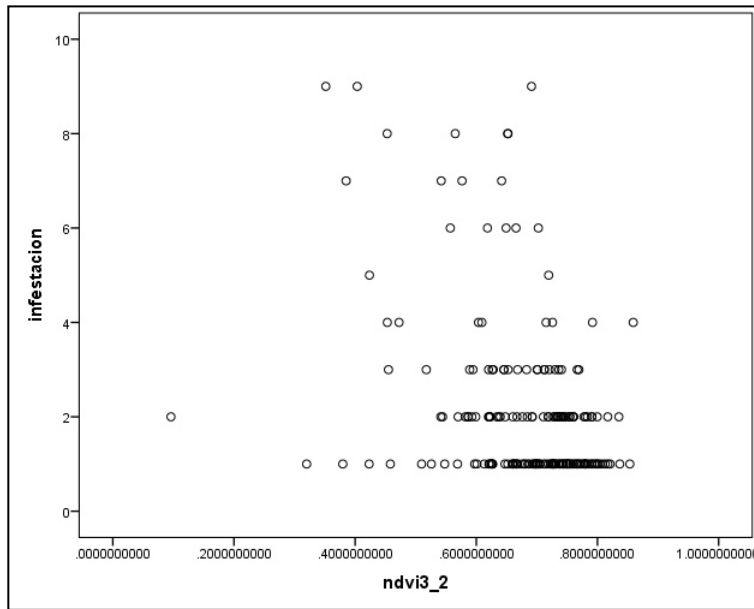


Figura 7. Grafica de variable Ndvi 3\_2 en relación a infestación con *T. dimidiata*, donde se observa que a mayor Ndvi 3\_2 menor presencia de infestación.

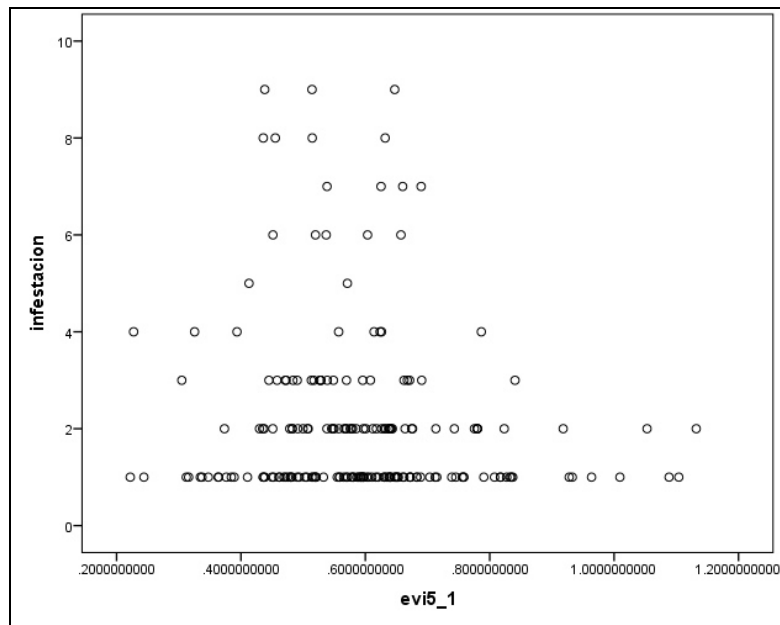


Figura 8. Grafica de variable Evi 5\_1 en relación a infestación con *T. dimidiata*, donde se observa que en valores de Evi entre .4 a .8 hay menor infestación de *T. dimidiata*.

Tabla 4. Modelos de regresión lineal generados para obtener variables predictivas asociadas a la presencia de infestación con *T. dimidiata*.

Modelo	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados		
	B	Error estándar	Beta	t	P
1 (Constante)	9.067	1.191		7.610	.000
Evi	-1.259	1.553	-.114	-.811	.418
Evi3_1	-.577	1.267	-.044	-.455	.649
Evi3_2	5.921	3.378	.432	1.753	.081
Evi5_1	-1.653	1.114	-.142	-1.485	.139
Evi5_2	-5.108	2.623	-.358	-1.947	.053
Ndvi	.351	1.938	.027	.181	.856
Ndvi3_2	-7.412	3.146	-.444	-2.356	.020
Evi_buffer	-.679	.898	-.051	-.756	.451
2 (Constante)	9.070	1.188		7.633	.000
Evi	-1.014	.760	-.092	-1.333	.184
Evi3_1	-.549	1.255	-.042	-.437	.662
Evi3_2	5.743	3.225	.419	1.781	.077
Evi5_1	-1.657	1.111	-.143	-1.491	.138
Evi5_2	-5.102	2.616	-.358	-1.950	.053
Ndvi3_2	-7.149	2.786	-.428	-2.566	.011
Evi_buffer	-.675	.895	-.051	-.753	.452
3 (Constante)	9.061	1.186		7.642	.000
Evi	-.998	.758	-.091	-1.317	.190
Evi3_2	5.480	3.162	.400	1.733	.085
Evi5_1	-2.003	.776	-.173	-2.580	.011
Evi5_2	-4.914	2.575	-.345	-1.908	.058
Ndvi3_2	-7.093	2.778	-.425	-2.554	.011
Evi_buffer	-.686	.893	-.052	-.769	.443
4 (Constante)	8.620	1.037		8.314	.000
Evi	-1.028	.756	-.093	-1.359	.176
Evi3_2	5.451	3.158	.397	1.726	.086
Evi5_1	-2.040	.774	-.176	-2.635	.009
Evi5_2	-5.082	2.563	-.356	-1.983	.049
Ndvi3_2	-7.054	2.774	-.423	-2.543	.012
5 (Constante)	8.389	1.025		8.184	.000
Evi3_2	5.204	3.160	.379	1.647	.101
Evi5_1	-2.158	.771	-.186	-2.799	.006
Evi5_2	-4.993	2.568	-.350	-1.945	.053
Ndvi3_2	-7.364	2.771	-.441	-2.658	.009

## DISCUSIÓN

De los datos de casos de humanos con *T. cruzi* reportados por bancos de sangre a SSY, 79.35% corresponde al sexo masculino y 20.65% corresponde al sexo femenino. Esta diferencia significativa en la prevalencia por sexo puede estar dada por el sesgo en la que se obtuvieron los datos, ya que culturalmente quienes suelen donar más sangre son los hombres por ser el sexo fuerte físicamente.

Considerando el sesgo de los datos, se decidió realizar un modelo discriminante lineal donde se utilizan puntos aleatorios para compararlos con las presencias reales utilizando variables ambientales y a pesar de que el porcentaje de clasificación correcta no fue significativo, la mayoría de las mujeres, hombres y aleatorios si fueron clasificados en el grupo que le corresponde. No obstante, lo verdaderamente valioso del análisis que realizamos fue detectar puntos dispersos en el grupo de hombres y aleatorios, lo que significa que esos puntos no encajaron con las variables con mayor valor discriminante para realizar la clasificación. Esto sugiere que al haber obtenido variables ambientales únicamente de las comunidades, existen variables muy probablemente fuera de la comunidad que pueden explicar la dispersión de estos puntos. Lo que hace realizarnos la pregunta ¿existen factores ambientales fuera de la comunidad que afectan más a hombres que a mujeres?

En relación a las colectas de *T. dimidiata* reportados por SSY, la diferencia de número de colectas por año puede estar dada por diferencias en los esfuerzos de colectas realizados en cada año, anteriormente no existía un programa enfocado a colecta de triatomíneos en el estado y actualmente a pesar de que ya existe un programa específico para EC, el personal de vectores tiene que realizar colectas dirigidas a las necesidades temporales de ETV. Dejando las colectas de triatomíneos sólo cuando hay reporte de casos humanos con *T. cruzi* o reporte de vivienda con presencia del insecto vector.

La presencia de *T. dimidiata* fue reportada prácticamente durante todo el año en todos los años, los meses donde se reportan pocas colectas o ninguna colecta son septiembre,

octubre y noviembre. Los meses con mayor reporte de colectas son mayo, junio y julio. Esta temporalidad ha sido detectada en otros estudios (Gourbiere et al. 2002). En relación a la colonización, existen reportes de ninfas en prácticamente todos los meses, contrastando lo que hasta el momento se ha reportado del comportamiento de *T. dimidiata* en la Península de Yucatán que tiene poca o nula colonización de viviendas (Gourbiere et al. 2002; Dumonteil, Ruiz-piña, et al. 2004).

El hecho de que las variables Evi 5\_1 y Ndvi 3\_2 obtuvieran mayor valor predictor en los modelos de regresión lineal refuerza el papel que tiene la vegetación en la presencia o ausencia del parásito *T. cruzi*. Algo interesante del análisis fue detectar que a mayor variación y media de la vegetación mayor probabilidad de presencia de *T. dimidiata*, ubicándose los índices de Ndvi y Evi en valores con presencia de vegetación densa. Lo cual sugiere que hay mayor probabilidad de encontrar triatominos en zonas con mayor vegetación. Este hallazgo es diferente a lo que sugiere que la deforestación es un factor que contribuye a la domiciliación de *T. dimidiata* (Dumonteil, Gourbie, et al. 2004)

## **CAPITULO III**

### **EXPOSICIÓN/VULNERABILIDAD PARA ADQUIRIR *T. cruzi* EN RELACIÓN AL SEXO Y ÁMBITO DE OCUPACIÓN.**

## INTRODUCCIÓN

La exposición a los triatominos representa el principal factor de riesgo para que la población humana adquiera el parásito *Trypanosoma cruzi* (Lent and Wygodzinsky 1979). La infección la desencadena el contacto con heces infectadas de los triatominos por medio de lesiones cutáneas provocadas ante el mecanismo de rascado (Jr, Rassi, and Marin-neto 2010). *T. cruzi* se encuentra distribuido prácticamente en todos los hábitats de las Américas (Noireau, Diosque, and Jansen 2009). Para que el parásito se mantenga en los diversos hábitats necesita de la interacción del insecto vector con sus reservorios, teniendo ambos la capacidad de adaptación a los cambios que van surgiendo, principalmente por efectos de antropización en los diferentes ecosistemas (Teixeira, Hecht, and Bussacos 2009; Hamilton, Teixeira, and Stevens 2012; Izeta-Alberdi et al. 2016). *T. cruzi* es agente etiológico de la enfermedad de Chagas (CD) (Coura, Carlos, and Dias 2009; Jr, Rassi, and Marin-neto 2010); se trata de una enfermedad con alto impacto en la economía del paciente y salud pública (Schofield 1991; Ramsey et al. 2014), que puede provocar incapacidad física y en muchos de los casos desencadenar la muerte (Jr, Rassi, and Marin-neto 2009; Hidron et al. 2010).

Al introducirse el humano en el ciclo de transmisión de *T. cruzi*, es preciso considerar aspectos económicos, históricos y socio-culturales que lo acompañan en la vida cotidiana e influyen en la susceptibilidad y vulnerabilidad de cada individuo, género, familia y comunidades en adquirir el parásito (León et al., 2003; Ventura-García et al., 2013). Los escenarios rurales han mostrado tener condiciones que facilitan la propagación de *T. cruzi* por el tipo de vivienda, las características del peri-domicilio, la convivencia con animales domésticos y selváticos, la fragmentación del paisaje para crear tierras de cultivo de alimentos (Briseño-León, 2009), así como las condiciones socioculturales destacando la pobreza, actividad económica, atención de salud deficiente, bajo nivel educativo y prácticas culturales que los vienen acompañando generación tras generación (Ventura-García et al., 2013).

El género “*consiste en construcciones sociales creadas a partir del sexo, que distinguen culturalmente a las mujeres de los hombres y les atribuye características (habilidades y actitudes) distintas*” (Rendón, 2003). Estas construcciones sociales orientan, impulsan o inhiben (e incluso llegan a prohibir) determinadas conductas en el conjunto o en ciertos sectores de los hombres o de las mujeres” (Lamas, 2000). En tanto el sexo es la condición física que distingue al macho de la hembra, en los seres humanos se clasifica a las mujeres en sexo femenino y a los hombres en sexo masculino (Lamas, 2000). Las actividades labores permitidas para las mujeres y a su vez las aceptadas para el hombre en los diferentes ámbitos, involucra roles establecidos culturalmente y que lleva a definir diferencias en los riesgos de exposición a vectores en los diversos ecosistemas donde se desenvuelven ambos sexos (Arenas-monreal et al. 2015; Valdez-tah et al. 2015)

La diferencia en la prevalencia de infecciones parasitarias entre sexo ha sido motivo de estudio, ya que se ha observado que el sexo masculino en muchas patologías representa ser el más afectado (Klein 2004). Se consideran dos factores los que pueden estar influyendo en esta diferencia: 1) ecológico (exposición al agente patógeno) y 2) fisiológico (dependiente de hormonas) (Zuk y McKean, 1996). En el caso de infección por *T. cruzi*, son pocas y muy antiguas las investigaciones referentes a diferencias en tasas de infección entre sexos (Goble y Konopka, 1972). Para explicarlo, se han realizado experimentos con ratones para asociar el factor hormonal con esta diferencia, sin embargo, los niveles de hormonas tanto en machos como en hembras no presentaron diferencias asociadas a la parasitemia (Goble y Konopka, 1972; Schuster y Shaub, 2001). En cuanto a la exposición al agente patógeno existe evidencia que en humanos -como en otros animales-, la prevalencia de algunas enfermedades parasitarias es mayor en el sexo masculino con respecto al femenino, por ser más susceptibles a actividades que involucran agresión, dispersión y agrupación (Garcia, Hotez, and Murray 2014; Moore and Wilson 2015; Augusto et al. 2015).

Tener conocimiento en relación al uso del suelo orienta sobre las actividades que realizan las personas a determinada hora, día, época del año y con qué frecuencia (Lambin et al. 2010), es por ello que incluir el ámbito ocupacional, donde se desenvuelven hombres y/o



mujeres, como factor de riesgo para adquirir infección por *T. cruzi*, tiene el potencial de identificar los sitios donde se está desarrollando la mayor exposición al vector. Por lo tanto, en este estudio indagamos sobre las actividades cotidianas que realizan los hombres y las mujeres en los diferentes hábitats (domiciliar, peridomiciliar, comunidad, milpa, parcela y selvático) donde se desenvuelven, en localidades rurales. Con el objetivo de identificar si existe una relación entre género y prevalencia, determinada por la diferencia entre los géneros a la exposición a *T. cruzi* relacionada con la necesidad de dispersión que tienen por sus ocupaciones.

## MATERIAL Y MÉTODOS

### **Área de estudio:**

El estudio se realizó en 8 comunidades rurales ubicadas en la región Sur del estado de Yucatán. Los criterios de inclusión de las localidades muestreadas fueron: pertenecer a una misma región, con poco flujo entre los sitios, rodeadas de ecotonos y/o selva y con número de habitantes similares. Se escogieron 7 comunidades rurales ubicadas en el municipio de Oxkutzcab: Yaxhachen (Ya) con 1633 habitantes, X-Kobenhaltún (X-K) con 79 habitantes, Xul (X) con 1110 habitantes, Bombahaltún (Bo) con 44 habitantes, Sacamucuy (Sa) con habitantes, Emiliano Zapata (EZ) con 1139, Potoit con 82 habitantes y una comunidad del municipio de Tekax: Salvador Alvarado con 140 habitantes (Figura 1).

El sur de Yucatán se caracteriza por tener localidades en suma pobreza, siendo la mayoría indígenas mayas. Las viviendas se conocen como solares, conformadas por: 1) el cuarto de cada familia hechos de palos y huano, sin ventanas, con una puerta adelante y otra atrás. 2) Algunas familias cuentan con un cuarto de concreto, que les proporcionó el Fondo de Desastres Naturales (Fonden), éste sirve sobre todo para almacenar maíz, bodega y sirve también para resguardarse de las inundaciones. 3) La cocina donde algunas familias además de cocinar se bañan en ella; también entre familias se comparten este espacio. 4) El patio, amplio es donde generalmente tienen su corral con animales. 5) Un baño que tiende a estar en el patio o hay quienes no tienen baño y tienen una letrina.

En cuanto su economía hay quienes se dedican al sector primario, secundario y terciario sobre todo en ámbito urbano; en medio rural tienden a sembrar maíz y frijol en su milpa para su autoconsumo (Lozano-Cortes, 2006).



Figura 1. Área de estudio, donde se observan las 8 localidades rurales que fueron muestreadas.

### Colecta de datos:

Se utilizó el método mixto anidado ya que se recopilaban datos tanto cuantitativos como cualitativos simultáneamente (Creswell, 2003). Con el método cuantitativo estudiamos aspectos del vector, características de vivienda y socioculturales, asociados a la presencia de enfermedad de Chagas. Por parte del método cualitativa hicimos uso de la tradición etnográfica, para obtener datos sobre la cotidianidad de los participantes, haciendo énfasis en los roles que desempeñan cada género, siendo de mayor interés para la investigación, hombres/mujeres cuyas ocupaciones tengan relación estrecha con actividades en el monte y hombres/mujeres sin o poca actividad en el monte.

## **1.1 Estudio etnográfico y colecta de datos ambientales:**

### **1.1.1. Observación participante (OP).**

El acercamiento con la población se hizo de forma gradual hasta que se logró establecerse de tiempo completo en la comunidad, para ello se tuvo presente la importancia de abordar un escenario con diligencia y paciencia, con el objetivo de negociar acceso e ir obteniendo confianza por medio del rapport (Goetz y LeCompe, 1988). Esto fue de suma importancia, ya que represento la clave para obtener acceso a información lo más verás posible de los informantes y a su vez, permitió observar los escenarios en lo que se ven involucrados. Como primer acercamiento se dieron pláticas informativas sobre enfermedad de Chagas en todas las localidades del estudio dirigidas al público general, también se dio información general sobre los objetivos de la investigación y se hizo la invitación a participar en el estudio si cumplían con los requisitos.

Los escenarios de interés dentro de las comunidades donde se realizó observación participante, fue ligado al género y su o sus actividades que pueden exponerlos al insecto vector de *T. cruzi*, por lo tanto, se buscaron: hombres/mujeres cuyas ocupaciones tengan relación estrecha con actividades en el monte (campesinos, cazadores, trabajadores en reserva) y hombres/mujeres sin o poca actividad en el monte (comercio, chofers, amas de casa, actividades en solares).

Como estrategia de trabajo, el contacto con las autoridades de las comunidades se realizó por medio de un informante clave (Médico de la comunidad), quien nos ayudó a identificar al jefe de comisaria y demás líderes de las comunidades.

Los instrumentos que se utilizaron durante la OP fueron: notas de campo con la descripción detallada de cada suceso observado; entrevistas semi-estructuradas; la fotografía, vídeo y grabación bajo autorización de los informantes.

## **1.2 Toma de muestra e Identificación de factores de exposición/vulnerabilidad en cada género**

### **1.2.1. Toma de muestras**

El tamaño de muestra fue de 300 individuos, 150 del sexo femenino y 150 del sexo masculino, esta muestra fue a conveniencia por el número de pruebas rápidas con las que se contaba para el proyecto y el tiempo para la realización de trabajo de campo. Los participantes se escogieron de acuerdo a criterios de inclusión que se obtuvieron de la observación participante. A todos los individuos que decidieron formar parte de la investigación firmaron consentimiento informado (Anexo I). Se les tomó 5 ml de muestra sanguínea venosa, previa asepsia utilizando vacoutainer con gel separador de suero. Las muestras se transportaban a clínica de la comunidad de Yaxachen, donde se centrifugaban para separar suero y mantenían en refrigeración para posteriormente extraer 100µl de sangre con micropipeta para realizar una prueba rápida con el kit SD- Chagas Ab Rapid®.

### **1.2.2. Confirmación de resultados**

Los participantes que obtuvieron prueba rápida positiva, bajo consentimiento informado, se pidió tomarles nuevamente muestra de sangre venosa para confirmar positividad por medio de serología y pruebas moleculares. Como controles, se incluyeron participantes con pruebas rápidas negativas con características similares a aquellos con prueba rápida positiva: mismo sexo, misma edad o con margen de más/menos 5 años, misma localidad y actividades similares.

Con la muestras se hicieron alícuotas y se mantuvieron a temperatura de -40°C, posteriormente una parte de las muestras se trasladaron al Instituto Nacional de Salud Publica campus Tapachula para la realización de pruebas moleculares y otra parte de las muestras al Hospital Zuviran de Nutrición de la Ciudad de México para la realización de pruebas serológicas.

Para la caracterización molecular de *T. cruzi* mediante amplificación de la región intergénica del gen de miniexon se utilizarán tres oligonucleótidos: TCC (5'CCC CCC TCC CAG GCC ACA CTG 3'), TC1 (5'GTG TCC GCC ACC TCC TTCGGG CC 3') y TC2 (5'CCT GCA GGC ACA CGT GTG TGT G3'). Siguiendo la técnica descrita por Sánchez et al., (2013).

Para el tamizaje serológico se emplearon las técnicas de ELISA y hemaglutinación indirecta (HAI). En la técnica de ELISA se utilizaron los kits de Chagatest ELISA® y Chagatest ELISA recombinante V3® el cual incluye antígeno crudo de parásitos cultivados (Ag) una mezcla de epimastigotes y tripomastigotes, que son lisados y centrifugados (Olivera-Mar et al., 2006). En el caso de HAI se realizó con la técnica de screening del reactivo comercial Chagatest® de Wiener Lab; se considerando prueba positiva con presencia de título igual o mayor de 1:16 (Cardenas Sánchez et al., 2002). Cumpliendo así con la confirmación diagnóstica sugerida por parte de la OMS (2002) en apartado 2.3.2 pagina 25 y en NOM-032-SSA2-2010 en apartado 7.3.2.1 y 7.3.2.2.

### **1.2.3. Exposición/vulnerabilidad**

Se diseñó una encuesta para la obtención de datos dividida en 4 secciones: I) Datos generales, II) Exposición, III) Conocimiento del vector y IV) Conocimiento sobre enfermedad de Chagas (Anexo II), la cual se realizó a todos los participantes. La vulnerabilidad se desglosó bajo componentes del ámbito de ocupación por sexo (Suárez et al., 2006).

## **1.3 Encuestas entomológicas. Colecta de triatominos**

Se realizó búsqueda de triatominos, en ámbito doméstico y en ámbito silvestre-ecotono donde se desenvolvían los participantes.

En el ámbito doméstico, los domicilios se examinarán junto con los anexos peridomésticos de forma pasiva y forma activa. El peridomicilio se define como un área que circunda a la vivienda humana hasta un radio de 10 m y en la cual el humano desarrolla sus actividades productivas y domésticas. En la forma activa se examinó usando guates látex y lámpara de mano por el método de captura/hora/humano, considerando el tiempo requerido según el tamaño de la vivienda (Bar et al., 2010; Gómez et al., 2008). Para realizar el muestreo en forma pasiva, se capacitó al participante para la captura de triatominos y se le entregó un recipiente de plástico cuyo interior tenía un pedazo de papel plegado en forma de acordeón y bolsas de plástico, para que depositen los triatominos encontrados por ellos mismos. Los triatominos en el ámbito silvestre-ecotono fueron capturados en los sitios donde se desenvuelvan los participantes, en forma pasiva, como se describió anteriormente.

Todos los triatominos se colocaran en recipientes de plástico con etanol no desnaturalizado al 100%, etiquetados con los siguientes datos: dirección del lugar de captura, sitio de captura (intradomiciliar, peridomiciliar, ecotono o silvestre), hora de captura, fecha de captura, nombre del colector, código y punto georeferenciado por GPS. Para así transportarlos al laboratorio.

### **Análisis de datos:**

Se realizaron análisis descriptivos para explorar de los datos obtenidos en relación a la exposición asociada con las actividades que realizan ambos sexos, conocimiento del vector, conocimientos sobre enfermedad de Chagas y colecta de triatominos. Se aplicó la prueba estadística paramétrica *t* de Student para encontrar o no diferencia significativa entre el sexo y grupo de edad de los participantes. La prueba Chi-cuadrada se utilizó para comparar el resultado de las pruebas rápidas positivas con respecto a las negativas a *T. cruzi* y también se hizo uso de esta prueba no paramétrica para comparación de variables categóricas. Para medir diferencias estadística entre proporciones de hombres y mujeres infectados con *T. cruzi* se utilizó la prueba Z. Todas estas pruebas se realizaron con ayuda del programa IBM SPSS Statistics 22.

Con las georreferencias de las viviendas de los participantes se crearon mapas de distribución por localidad y sexo, con ayuda del programa ArcMap 10.2.2

En relación al riesgo para adquirir *T. cruzi* de acuerdo al sexo, se realizó un modelo donde se consideró como variables de riesgo la exposición al monte, antecedente de picadura de triatmino y antecedente de chinchoma y como controles todos aquellos sin exposición al monte con o sin antecedente de picadura y chinchoma. Para ello se realizaron análisis descriptivos y se obtuvo el “odds ratio” (OR) en programa IBM SPSS Statistics 22.

Al tener el número de triatominos capturados en cada localidad se evaluó el riesgo de la transmisión vectorial de la enfermedad de Chagas al utilizar los siguientes indicadores entomológicos, haciendo la observación que sólo se consideraron aquellos capturados a nivel domiciliar (OMS, 1991; OPS, 2002):

- **Índice de infestación** (número de unidades domiciliarias con presencia de triatominos/ número de unidades domiciliarias examinadas x 100),
- **Índice de colonización** (número de unidades de ninfas/número de unidades infestadas x 100),
- **Índice de densidad** (número de triatominos capturados/ número de domicilios examinados)
- **Índice de dispersión** (número de localidades infestadas por triatominos/ número de localidades examinadas x 100)

## RESULTADOS

### Características generales de la muestra:

El total de participantes que cumplieron con los requisitos para el estudio fueron 258, de los cuales 54.7% (N=141) son mujeres y 45.3% (N=117) son hombres (Figura 2), no se logró obtener el total de la muestra deseada (300) debido a que no quisieron participar en el estudio más personas que cumplían con los requisitos. La distribución de los participantes en las 8 localidades se muestra en la Figura 3 y Tabla 1. De las localidades

más grandes Emiliano Zapata obtuvo el mayor número de participantes (N=68, 35 mujeres y 33 hombres), en tanto la localidad de Xul obtuvo el menor número de participantes (N= 18, 9 mujeres y 9 hombres). De las localidades más pequeñas, Bombahaltún obtuvo 14 participantes (8 mujeres y 6 hombres) y Sacamucuy tiene el menor número de participación (N=9, 6 mujeres y 3 hombres). Como aclaración, 1 de los participantes pertenece a la localidad de X-Kobenhaltún, pero se ubicó en la reserva de Kaxic Kiuic ya que es el sitio donde vive la mayor parte del tiempo.

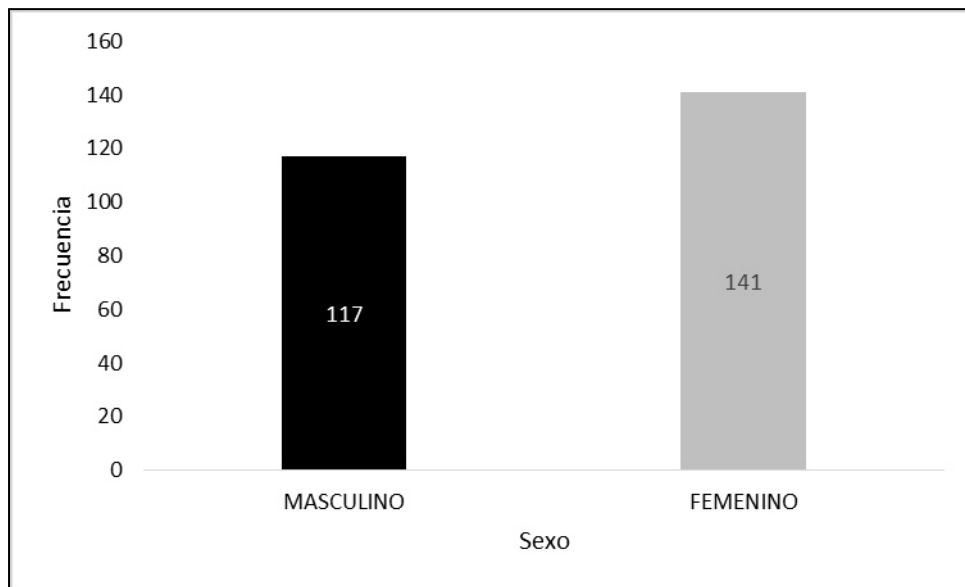


Figura 2. Número total de participantes en el estudio, divididos por sexo.



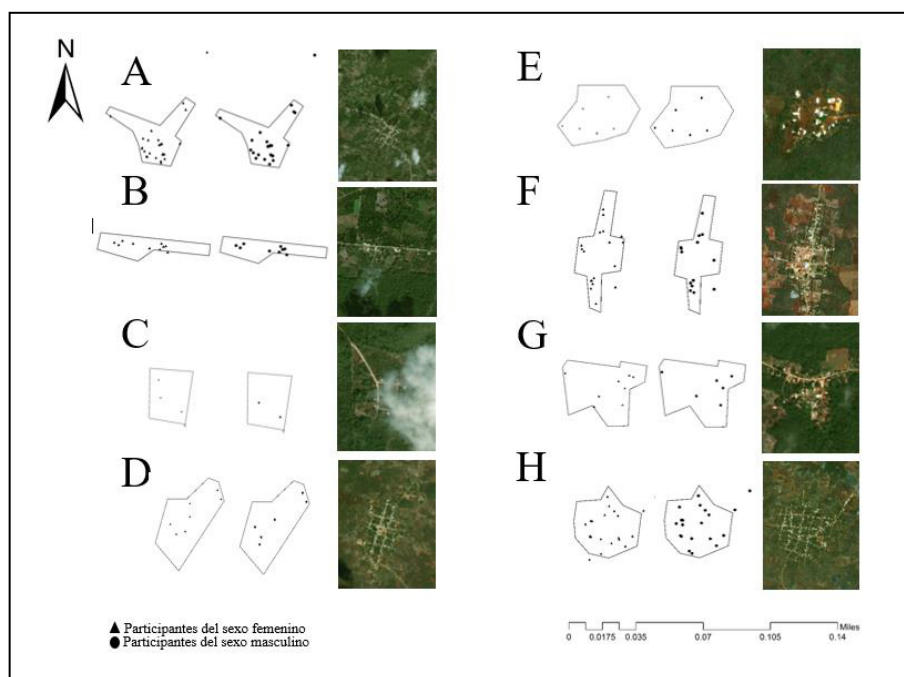


Figura 3. Mapa de distribución de los participantes, por sexo y localidad. Las imágenes por letra corresponde a: A) Emiliano Zapata, B) Potoit, C) Sacamucuy, D) Xul, E) Bombahaltún, F) Salvador Alvarado, G) X-Kobenhaltún y H) Yaxhachén.

Tabla 1. Número de participantes en el estudio por localidad y sexo

LOCALIDAD	SEXO		TOTAL
	MASCULINO	FEMENINO	
Emiliano Zapata (EZ)	33	35	68
Potoit (Po)	11	11	22
Sacamucuy (Sa)	3	6	9
Xul (Xu)	9	9	18
Bombahaltún (Bo)	6	8	14
Salvador Alvarado (SA)	20	29	49
X-Kobenhaltún (X-K)	7	11	18
Yaxhachen (Ya)	27	32	59
Kaxil Kiuic (KK)	1	0	1
<b>Total</b>	<b>117</b>	<b>141</b>	<b>258</b>

El rango de edad fue de 15 a 79 años, se incluyeron 2 mujeres menores de edad (1 de 15 años y 1 de 17 años) ambas casadas que cumplían con los requisitos para fines de estudio (Figura 4). La edad media obtenida en las mujeres fue de 35.78 y para los hombres de 41, teniendo una diferencia de 5.22 años estadísticamente significativa ( $t$  de Student= 3.037;  $P < 0.001$ ).

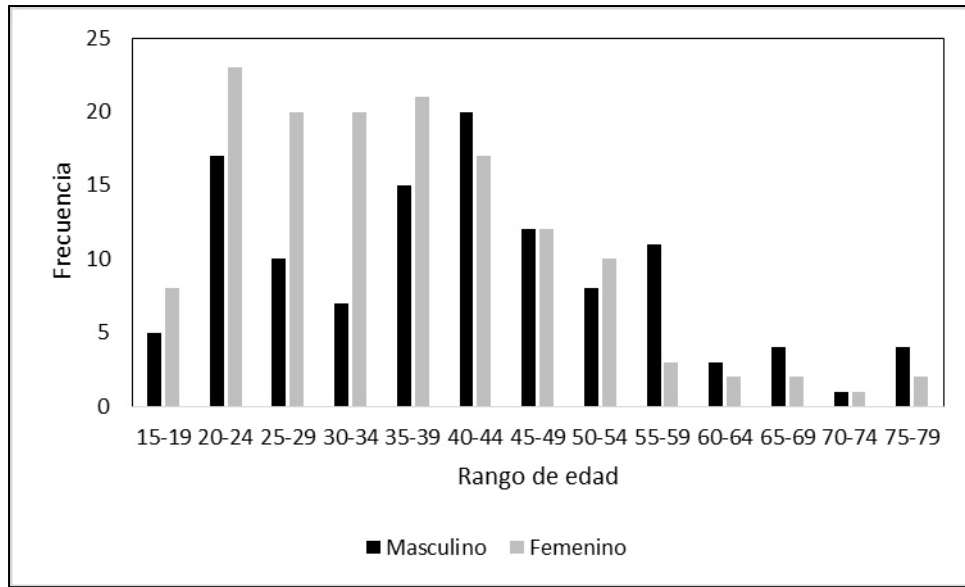


Figura 4. Rangos de edad de los participantes en el estudio, divididos por sexo

Todos los niveles educativos tuvieron representatividad en ambos sexos, a excepción de la preparatoria incompleta en donde no hubo participantes del sexo masculino. El 11% no cuenta con estudios tanto del sexo masculino como del femenino. El nivel educativo con mayor porcentaje en ambos sexos fue la primaria incompleta, 39.32% para el sexo masculino y 31.20% para el sexo femenino. En segundo lugar lo obtuvo la secundaria completa en el sexo femenino con 24.11% y en el sexo masculino la primaria completa con 22.22%. De los participantes sólo el 6.83% del sexo masculino y 5.67% del sexo femenino tiene niveles educativos superiores. No se encontró diferencia estadísticamente significativa en el nivel de escolaridad entre los sexos ( $X^2= 12.217$ ;  $gl=8$ ;  $P<0.076$ ) (Tabla 2).

Tabla 2. Escolaridad por sexo

ESCOLARIDAD	SEXO MASCULINO		SEXO FEMENINO		Total (%)
	Frecuencia	%	Frecuencia	%	
Sin estudios	13	11.11	16	11.35	11.24
Primaria incompleta	46	39.32	44	31.21	34.88
Primaria completa	26	22.22	27	19.15	20.54
Secundaria incompleta	8	6.84	4	2.84	4.65
Secundaria completa	14	11.97	34	24.11	18.60
Preparatoria completa	2	1.71	6	4.26	3.10
Preparatoria incompleta	0	0.00	2	1.42	0.78
Universidad	3	2.56	6	4.26	3.49
Otro	5	4.27	2	1.42	2.71
Total	117	100	141	100	100

### Resultados de muestras

De las 258 pruebas rápidas que se realizaron, 28 resultaron positivas a *T. cruzi*. 19 corresponden al sexo masculino y 9 al sexo femenino. No se encontró diferencia estadísticamente significativa de acuerdo al número de positivos con respecto a los negativos ( $X^2= 6.421$ ;  $gl=1$ ;  $P<0.011$ ). Todas las localidades muestreadas obtuvieron por los menos 1 positivo. Las localidades de Yaxhachen y Salvador Alvarado obtuvieron más positivas del sexo femenino (5 y 2, respectivamente), en comparación con el resto de las localidades donde el sexo masculino obtuvo el mayor número de positivos (Figura 5).

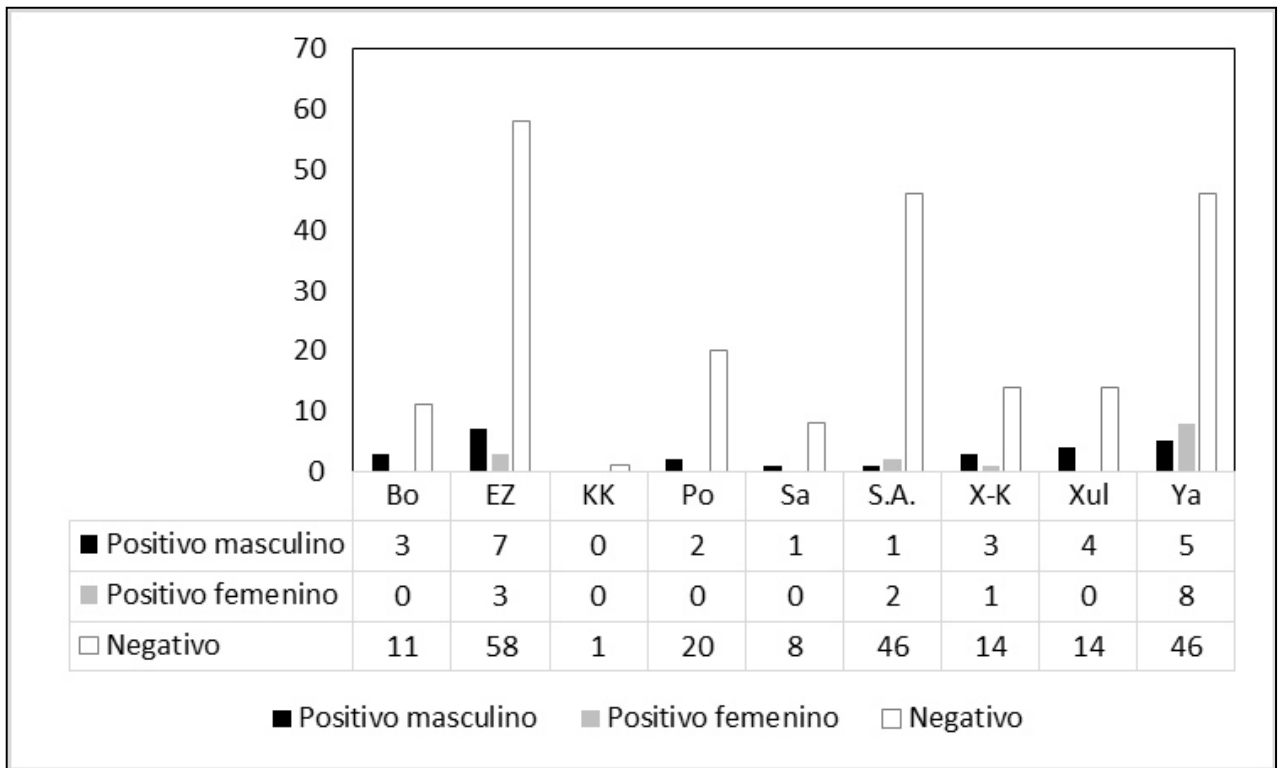


Figura 5. Resultados de pruebas rápidas por localidad y sexo

Con respecto a las pruebas confirmatorias, todos los individuos que resultaron positivos a *T. cruzi* en pruebas rápidas salieron positivos en las pruebas serológicas y algunas pruebas moleculares (Tabla 3). Sólo 3 participantes: 1 de la localidad de Po, 1 de la localidad de Bo y 1 de la localidad de SA no acudieron a la toma de la segunda muestra. De los controles negativos, 12 resultaron con pruebas moleculares positivas a *T. cruzi* (7 del sexo masculino y 5 del sexo femenino), estos 12 individuos no presentaron ninguna prueba serológica positiva. Ante estos resultados confirmatorios el número de personas infectadas con *T. cruzi* incrementó a un total de 40 personas detectadas: 26 hombres y 14 mujeres (Tabla 3), representando el 15.6% de la muestra (N=258), lo que implica una diferencia significativa estadísticamente ( $X^2= 7.376$ ;  $gl=1$ ;  $P<0.007$ ).

Tabla 3. Comparación de resultados en las pruebas diagnósticas para detectar *T. cruzi* por localidad y sexo.

LOCALIDAD	TOTAL POSITIVOS		PRUEBAS RAPIDAS		PRUEBAS SEROLOGICAS		PRUEBAS MOLECULARES	
	MASCULINO	FEMENINO	MASCULINO	FEMENINO	MASCULINO	FEMENINO	MASCULINO	FEMENINO
EZ	7	3	6	2	6	2	3	2
Po	2	0	2	0	1	0	1	0
Sa	1	0	1	0	1	0	1	0
Xu	4	0	3	0	3	0	3	0
Bo	3	0	2	0	1	0	2	0
SA	1	2	1	2	0	2	0	1
X-K	3	1	1	0	1	0	2	1
Ya	5	8	3	5	3	5	5	8
Total	26	14	19	9	16	9	17	12

En relación a la seroprevalencia con *T. cruzi* por localidad independientemente del sexo, las comunidades con mayor porcentaje son: Xul y X-Kobenhaltún con 22.2%, Yaxhachen 22% y Bombahaltún 21.4%; la comunidades con menor porcentaje de seroprevalencia son Salvador Alvarado con 6.1% y Potoit 9.1% (Tabla 4). No encontrando diferencia estadística significativa ( $X^2= 7.659$ ;  $gl=7$ ;  $P<0.364$ ). Al indagar si hay una relación entre los positivos a *T. cruzi* (Tabla 3) y su nivel de escolaridad (Tabla 2) no se encontró diferencia estadística significativa ( $X^2= 9.679$ ;  $gl=8$ ;  $P<0.288$ ). Lo que si tiene diferencia significativa estadísticamente es la edad en relación a los infectados ( $X^2= 83.875$ ;  $gl=54$ ;  $P<0.006$ ).

Tabla 4. Seroprevalencia con *T.cruzi* en habitantes de las 8 localidades rurales

LOCALIDAD	CON <i>T. cruzi</i>		SIN <i>T. cruzi</i>	
	Frecuencia	%	Frecuencia	%
Emiliano Zapata	10	14.7	58	85.3
Potoit	2	9.1	20	90.9
Sacamucuy	1	11.1	8	88.9
Xul	4	22.2	14	77.8
Bombahaltún	3	21.4	11	78.6
Salvador Alvarado	3	6.1	46	93.9
X-Kobelhantún	4	22.2	14	77.8
Yaxhachén	13	22	46	78
Total	40	15.6	217	84.4

## **FACTORES DE EXPOSICIÓN/VULNERABILIDAD PARA ADQUIRIR *Trypanosoma cruzi*, COMPARACIÓN ENTRE SEXO Y OCUPACIÓN.**

### **Exposición:**

Las ocupaciones asociadas a exposición al monte fueron las más representativas en el sexo masculino con un 90.60%, teniendo como principal ocupación el trabajo como campesino asociada con una o más actividades. Las ocupaciones sin exposición al monte en el sexo masculino representaron el 9.40%, en donde se incluyen profesionistas, trabajadores de medios de transporte, pastor, músico y una persona que por su estado de salud ya no puede realizar actividades (Tabla 5). En el caso del sexo femenino las ocupaciones sin exposición al monte tuvieron mayor porcentaje con 63.83%; la principal ocupación en las mujeres es ser ama de casa y actividades asociadas a costurar como bordar, hilo contado y urdir hamacas. De las ocupaciones con exposición al monte el 36.17% del sexo femenino es ama de casa y trabajan como campesinas e incluso llegan a tener otras actividades como costurar (Tabla 6). En ambos sexos lo común es tener más de una ocupación, sin embargo, el 41.88% del sexo masculino y 38.30% del sexo femenino tiene sólo una ocupación. Se encontró diferencia significativa estadísticamente entre sexo y ocupaciones relacionadas a exposición al monte ( $X^2= 83.147$ ;  $gl=1$ ;  $P<0.000$ ).

Con respecto al tiempo que suelen estar en casa el 63.82% del sexo femenino están la mayor parte del día en sus viviendas; en tanto el 43.59% del sexo masculino suele estar en su vivienda en las tardes/noches y el 36.75% sólo por las noches. El 17.02% de las mujeres y 22.22 % de los hombres descansan en sus solares en hamaca sobre todo en la tarde noche. De las actividades que realizan en el solar, el 71.63% del sexo femenino realiza más de una actividad siendo las principales: limpiar, alimentar/dar cuidado a los animales, lavar ropa y costurar; del sexo masculino 48.72% la principal actividad en el solar es limpieza que implica quitar hierba y aplicar químicos para evitar el crecimiento de la misma. De las actividades de limpieza dentro de la vivienda, la frecuencia de sacudir/mover muebles el 93.62% de las mujeres dijo mover los muebles por lo menos

cada 2 meses; de los hombres el 18.80% no tenía conocimiento en relación a la práctica de sacudir/mover muebles y el 74.65% comentó que si se mueven los muebles por lo menos cada 2 meses.

Tabla 5. Ocupación (es) del sexo masculino con y sin exposición al monte, representadas en número y porcentaje.

SEXO MASCULINO			
OCUPACIÓN		FRECUENCIA	%
Con exposición al monte	Campesino	39	90.60%
	Campesino y cazador	20	
	Campesino, cazador y apicultor	7	
	Campesino, cazador, apicultor y producción de carbón	5	
	Campesino, cazador y comercio	3	
	Campesino, cazador y albañil	2	
	Campesino, cazador y mecánico	1	
	Campesino, cazador, apicultor, carpintero y albañil	1	
	Campesino, cazador, apicultor y taxista	1	
	Campesino y apicultor	4	
	Campesino y trabajador en reserva	3	
	Campesino, apicultor y producción de carbón	1	
	Campesino, apicultor, carpintero y albañil	1	
	Campesino, apicultor y estudiante	2	
	Campesino, apicultor y comercio	1	
	Campesino, ganadero y comercio	1	
	Campesino y comercio	7	
	Campesino y albañil	3	
	Campesino y otros	4	
Sin exposición al monte	Profesor	3	9.40%
	Taxista/Trailerero	2	
	Médico	1	
	Otros	4	
	Sin ocupación	1	
Total		117	100%

Tabla 6. Ocupación (es) del sexo femenino con y sin exposición al monte, representadas en número y porcentaje.

SEXO FEMENINO			
OCUPACIÓN		FRECUENCIA	%
Con exposición al monte	Ama de casa y campesina	27	36.17%
	Ama de casa, campesina y costurar	17	
	Ama de casa, campesina y comercio	5	
	Ama de casa, campesina y labores domésticas	1	
	Campesina	1	
Sin exposición al monte	Ama de casa	39	63.83%
	Ama de casa y costurar	22	
	Ama de casa y comercio	7	
	Ama de casa, comercio y costuras	3	
	Ama de casa y enfermera	2	
	Ama de casa, costurar y auxiliar de salud	1	
	Ama de casa y auxiliar de salud	1	
	Ama de casa, costurera y estilista	1	
	Comercio	1	
	Profesora	6	
	Enfermera	2	
	Labores domésticas	2	
	Médica	1	
	Sin ocupación	2	
	Total		

Del sexo femenino el 80.85% duerme siempre en sus viviendas, en tanto el 52.14% del sexo masculino no duerme siempre en su viviendas. Al realizar Chi-cuadrada, se encontró diferencia significativa estadísticamente entre sexo y el dormir o no en viviendas ( $X^2=30.960$ ;  $gl=1$ ;  $P<0.000$ ). Los otros sitios donde duerme el sexo masculino principalmente es en monte el 51.79%, 32.14% duerme en estaciones donde cuidan bombas de agua para riego de parcelas y 26.79% en otras comunidades donde migran para trabajar por temporadas. De las mujeres que no duermen en casa el 81.48% duerme en casa de familiares en otra comunidad cuando van de visita y 7.41% acompañan a sus esposos a las estaciones donde cuidan las bombas de agua para riego de parcelas.



El 100% de ambos sexos realizan actividades en su vivienda, sin embargo, del sexo femenino el 24.11% y el 0.86 % del sexo masculino sólo realiza actividades dentro de casa y solar, el resto realiza ocupaciones que implica desplazarse a otros sitios. En el sexo masculino el 88.89% realiza sus actividades principalmente en vivienda, monte y lugares de cultivo (parcela y/o milpa), son pocos los que realizan actividades exclusivamente en un lugar además de su vivienda: 4.27% parcela, 3.42% sitios muy específicos como taller mecánico, carretera, clínica, escuelas, etc., y el 2.56% realiza actividad en milpa. Con respecto al sexo femenino, la mayoría suele realizar actividad en un lugar específico además de su vivienda: 21.28% en monte, 13.48% en parcela, 12.06% en sitios muy específicos que no implica ir a monte y 4.25% en milpa, sólo el 24.82% realiza actividad en vivienda, monte y lugares de cultivo, (Tabla 7). Los horarios con mayor actividad para el sexo femenino son: 34.04% es en las mañanas, 13.48% en la mañana y tarde y 9.91% solo en la tarde; en tanto el sexo masculino el 57.26% hace sus actividades laborales en la mañana y tarde y 30.77% en la mañana.

Tabla 7. Lugar donde realizan su (s) ocupación (es) por sexo

LUGAR DE OCUPACIÓN (ES)		SEXO FEMENINO		SEXO MASCULINO	
		Frecuencia	%	Frecuencia	%
Vienda (Dentro de casa y solar)		34	24.11	1	0.86
Vivienda	Monte	30	21.28	0	0
	Monte/Parcela y/o Milpa	35	24.82	104	88.89
	Parcela	19	13.48	5	4.27
	Milpa	6	4.25	3	2.56
	Otros	17	12.06	4	3.42
Total		141	100	117	100

Al considerar la frecuencia con la que acuden a realizar actividades en el monte, el sexo masculino acude con mayor frecuencia representando el 76.02% quienes van al monte de una vez a la semana a una vez al día, teniendo una diferencia significativa con respecto al sexo femenino que obtuvo el 20.56%. Otra diferencia significativa es que el 48.94% del sexo femenino no va al monte y del sexo masculino sólo el 9.40% dijo no ir al monte.

Estadísticamente se encontró diferencia significativa ante la frecuencia de acudir al monte entre sexos ( $X^2= 79.070$ ;  $gl=5$ ;  $P<0.000$ ) (Tabla 8).

Tabla 8. Periodicidad de ir al monte por sexo.

PERIODICIDAD	SEXO FEMENINO		SEXO MASCULINO	
	Frecuencia	%	Frecuencia	%
Nunca voy	69	48.93	11	9.40%
Una vez al día	8	5.67	39	33.33%
Cada tercer día	6	4.26	23	19.66%
Una vez a la semana	15	10.64	27	23.08%
Cada 15 días	1	0.71	4	3.42%
Una vez al mes	28	19.86	9	7.69%
Otra	14	9.93	4	3.42%
Total	141	100	117	100

En relación a las actividades que realizan en el monte, el recoger leña o leñar es una de las actividades que aprovechan realizar ambos sexos al ir al monte, del sexo femenino el 33.33% y del sexo masculino el 26.50% suelen ir al monte exclusivamente a esta actividad. El resto además de leñar realizan otras actividades, en el caso del sexo masculino 37.61% va a cazar, 23.08% a chapear (talar selva para preparación de tierra para cultivar o buscar madera para construcción) y 3.42% además de leñar le gusta ir a caminar al monte. En cuanto el sexo femenino las actividades adicionales a leñar son: 9.22% chapear, 7.09% caminar y 1.42% lleva comida a su pareja (Tabla 9). Hay actividades que realiza el sexo masculino sólo de noche e implica pernoctar en el monte: 23.93% realiza la cacería nocturna (espíar), 19.66% vigila bomba de agua para riego de parcelas para evitar su robo (le llaman velar estación), 2.56% duerme en sus milpas para cuidar cosecha de los roedores, 1.71% le gusta ir a dormir al monte y 0.85% va a regar parcela; del sexo femenino sólo el 1.42% acompaña a esposo a velar estación.

El uso de la hamaca para descansar en los sitios donde realizan actividades no suele ser común, sin embargo, 31.62% del sexo masculino y 2.84% del sexo femenino lleva

hamaca al monte; 22.69% del sexo femenino y 5.98% del sexo masculino lleva hamaca a la milpa; 6.83% del sexo masculino y 4.96% del sexo femenino lleva hamaca a la parcela.

Tabla 9. Actividad (es) que realizan en el monte por sexo

ACTIVIDAD EN EL MONTE	SEXO FEMENINO		SEXO MASCULINO		
	Frecuencia	%	Frecuencia	%	
Nunca voy	69	49.65	11	9.40	
Recoger leña	47	33.33	31	26.50	
Recoger leña	Cazar	0	0	44	37.61
	Chapear	13	9.22	27	23.08
	Caminar	10	7.09	4	3.42
	Llevar alimento a pareja	2	1.42	0	0
Total	141	100	117	100	

Con respecto a la necesidad de ser transfundidos, 9.22% del sexo femenino y 4.27% del sexo masculino dijo ver recibido transfusión. En relación a donación de sangre 3.55% del sexo femenino y 28.21% del sexo masculino ha donado sangre.

### Conocimiento del vector:

El 92.2% del sexo femenino y 98.29% del sexo masculino sabe identificar un triatomino (Tabla 10), el nombre con el que lo conocen es "Pic". Las principales sensaciones que les provoca al ver al insecto fueron: ninguna reacción al 73.50% del sexo masculino y 59.57% del sexo femenino, 24.82% del sexo femenino les provoca miedo y 13.68% del sexo masculino les provoca molestia.

Tabla 10. Reconocimiento de *T. dimidiata* por sexo

	SEXO FEMENINO		SEXO MASCULINO	
	Frecuencia	%	Frecuencia	%
SI	130	92.2	115	98.29
NO	11	7.8	2	1.71
Total	141	100	117	100

La frecuencia con la que han observado triatominos en las casas en comparación con los sitios donde trabajan tiene diferencia en ambos sexos. En la casa el 23.85% del sexo femenino y 26.09% del sexo masculino nunca han visto el insecto, sin embargo, el resto ha visto por lo menos 1 triatomo, llegando a obtener 36.92% del sexo femenino y 26.09% del sexo masculino el observar más de 3 triatominos en sus casas. Estadísticamente hubo diferencia significativa ante la observación del insecto en casa por cada sexo ( $X^2= 9.863$ ;  $gl=4$ ;  $P<0.043$ ). En relación a observar el insecto en los sitios de trabajo, el 85.38% del sexo femenino no ha visto triatominos; en cuanto el sexo masculino la mayoría ha visto por lo menos un triatomo, representando el 42.61% quienes han visto más de tres triatominos en su trabajo (Tabla 11). También tiene diferencia estadística significativa la observación del insecto en sitios de trabajo entre ambos sexos ( $X^2= 41.014$ ;  $gl=4$ ;  $P<0.000$ ).

Tabla 11. Periodicidad con la que han observado *T. dimidiata* en casa y lugar (es) de trabajo por sexo

PERIODICIDAD	EN CASA				EN TRABAJO			
	SEXO FEMENINO		SEXO MASCULINO		SEXO FEMENINO		SEXO MASCULINO	
	Frecuencia	%	Frecuencia	%	Frecuencia	%	Frecuencia	%
Nunca	31	23.85	30	26.09	111	85.38	37	32.17
Poco (1)	31	23.85	27	23.48	6	4.62	12	10.43
Regular (2)	20	15.38	28	24.34	3	2.31	17	14.79
Mucho ( $\geq 3$ )	48	36.92	30	26.09	10	7.69	49	42.61
Total	130	100	115	100	130	100	115	100

La temporada de sequía, fue la temporada del año en la cual han visto más triatominos ambos sexos (45.38% el sexo femenino y 41.74% el sexo masculino), teniendo el segundo lugar para ambos sexos la temporada de lluvias (16.92% para sexo femenino y 20.87% para sexo masculino) y algunos han llegado ver el insecto en todas las temporadas (5.38% del sexo femenino y 6.96% del sexo masculino) (Tabla 12). No encontrando diferencia significativa estadísticamente ( $X^2= 1.310$ ;  $gl=4$ ;  $P<0.860$ ). Con respecto al horario en el que han observado más al insecto, ambos sexos coinciden en la noche ver más a los triatominos (52.31% el sexo femenino y 54.78% el sexo masculino).

Tabla 12. Época del año en la que han observado a *T. dimidiata* en casa y lugar (es) de trabajo, por sexo.

EPOCA DEL AÑO	EN CASA				EN TRABAJO			
	SEXO FEMENINO		SEXO MASCULINO		SEXO FEMENINO		SEXO MASCULINO	
	Frecuencia	%	Frecuencia	%	Frecuencia	%	Frecuencia	%
No ubican época	11	11.11	5	4.35	0	0	2	2.56
Tiempo de lluvias	22	22.22	24	20.87	5	27.78	13	16.67
Tiempo se sequia	59	59.60	48	41.74	13	72.22	57	73.08
Siempre	7	7.07	8	6.96	0	0	6	7.69
Total	99	100	85	73.92	18	100	78	100

Con respecto a los sitios donde han observado *T. dimidiata*, en intradomicilio es el lugar donde han observado más al insecto ambos sexos (38.38% del sexo femenino y 36.47% del sexo masculino), la casa maya es el segundo sitio donde se ha observado con regularidad el insecto por ambos sexos como sitio único o asociado a otro lugar (21.21% del sexo femenino y 20% del sexo masculino) y el peridomicilio es otro de los lugares donde mencionaron también verlo con frecuencia (11.11% del sexo femenino y 15.29% del sexo masculino); no se encontró diferencia significativa estadísticamente entre los sitios donde vieron al insecto ( $X^2= 5.078$ ;  $gl=10$ ;  $P<0.886$ ). De los lugares donde nunca han visto el insecto las respuestas en general por ambos sexos no fue muy específica, la respuesta más común fue “resto de la casa” (50% el sexo femenino y 44.44% del sexo masculino), por lo tanto, al considerar el sitio donde sí lo han observado la cocina, el baño y casa de material son los lugares donde ambos sexos han visto menos o no han visto al insecto; no se obtuvo tampoco diferencia significativa estadísticamente entre los sitios donde no se ha visto el insecto ( $X^2= 9.026$ ;  $gl=11$ ;  $P<0.620$ ) (Tabla 13).

Tanto el sexo femenino (79.23%) como el sexo masculino (70.43%) tienen el conocimiento, en su mayoría, que los triatomíneos se alimentan de sangre del humano y otros animales. 51.30% del sexo masculino y 38.46% del sexo femenino recuerdan ser picados por triatómino e incluso el 15.65% del sexo masculino y 5.38% del sexo femenino dijeron que fueron picados muchas veces.

Tabla 13. Lugar(es) donde han visto o nunca han visto *T. dimidiata*, por sexo

LUGAR(ES)	SEXO FMENINO				SEXO MASCULINO			
	Frecuencia Si	%	Frecuencia No	%	Frecuencia Si	%	Frecuencia No	%
Intradomicilio	38	38.38	10	10.42	31	36.47	10	12.35
Peridomicilio	11	11.11	13	13.54	13	15.29	12	14.81
Casa maya	10	10.10	1	1.04	10	11.76	0	0
Casa de material	3	3.03	1	1.04	3	3.53	0	0
Cocina	3	3.03	16	16.67	2	2.35	13	16.05
Hamaca_cama	10	10.10	0	0	5	5.88	0	0
Todo lugar	3	3.03	0	0	4	4.71	0	0
Paredes_ventanas_puertas	9	9.09	0	0	5	5.88	0	0
Casa maya y otro sitio	11	11.11	0	0	7	8.24	0	0
Baño	0	0	0	0	2	2.35	3	3.70
Resto de la casa	0	0	48	50.00	0	0	36	44.44
No especifica lugar	0	0	7	7.29	0	0	0	0
Otros	1	1.01	0	0	3	3.53	7	8.64
Total	99	100	96	100	85	100	81	100

Con respecto a las personas que tuvieron contacto con el insecto, 50.43% del sexo masculino y 33.85% del sexo femenino tuvieron, aparentemente, un chichoma; de estos, el 45.61% del sexo femenino y 41.56% del sexo masculino tuvieron además de la roncha mucha comezón. De los sitios donde recuerdan haber sido picados, 73.68% del sexo femenino y 48.05% del sexo masculino en su casa fue donde dijeron haber tenido el contacto; 31.17% del sexo masculino y 5.26% del sexo femenino dijeron que fue en el monte. No acudieron al médico para valoración por contacto con triatomino el 96.49% del sexo femenino y 90.90% del sexo masculino. Sin embargo, 81.54% del sexo femenino y 73.91% del sexo masculino dijo que “el pic” puede exponerlos a una enfermedad.

### Conocimiento de enfermedad de Chagas:

En relación al conocimiento sobre enfermedad de Chagas, en ambos sexos el mayor porcentaje (65.25% en sexo femenino y 70.09% del sexo masculino) no tiene conocimiento referente a la enfermedad, estadísticamente no representa diferencia significativa ( $X^2=0.681$ ;  $gl=1$ ;  $P<0.409$ ). Sólo 45 mujeres (34.75%) y 35 hombres (29.91%) dijeron saber de la existencia de la enfermedad (Tabla 14). Para el sexo femenino la fuente de información con 83.67% fue una plática en centro de salud, para el sexo masculino el 51.43% fue por medio de pláticas con otras personas.

Tabla 14. Conocimiento sobre existencia de enfermedad de Chagas por sexo

	SEXO FEMENINO		SEXO MASCULINO	
	Frecuencia	%	Frecuencia	%
Si	49	34.75	35	29.91
No	92	65.25	82	70.09
Total	141	100	117	100

Al indagar sobre la forma de adquirir la enfermedad de Chagas, del sexo femenino que sabe sobre la enfermedad (49/141): 20 mujeres mencionaron que por el contacto con las heces del pic, 15 lo asocio a piquete de pic, 11 no sabe cómo se adquiere, 2 dijeron que por un insecto pero no mencionaron al pic y hubo 1 mujer que dijo que al tener contacto con una persona infectada. Del sexo masculino que sabe sobre la enfermedad (35/117): 17 no saben cómo se adquiere la enfermedad, 10 mencionaron que por contacto con las heces del pic, 6 lo asociaron a piquete del pic, 1 participante menciono que al rascarse y 1 que por la saliva.

Con respecto a los síntomas del sexo femenino que dijo tener conocimiento sobre enfermedad de Chagas (49/141): 19 no sabe qué síntomas provoca la enfermedad, 13 mencionaron que roncha y comezón, 5 dijeron que afecta al corazón, 5 comentaron que cefalea, 4 sólo fiebre, 1 que se presenta chagoma, 1 lesiones en piel tipo lepra 1 y sólo 1 mujer detallo las 3 fases y no es médica. En tanto de los 35 participantes del sexo masculino que dijo saber sobre enfermedad de Chagas: 23 no saben qué síntomas provoca la enfermedad, 8 dijeron que afecta al corazón principalmente, 2 que provoca cefalea, 1

comento que provoca una roncha, 1 que inflama los pulmones y 1 menciona cuadro clínico general de las 3 fases clínicas probables y no es médico.

**Modelo de riesgo para adquirir *Trypanosoma cruzi* en relación al sexo y su exposición al monte y vector:**

Para realizar el modelo, se consideró únicamente a 226 participantes que conformaron binomios por localidad, es decir, parejas que vivieran en las mismas localidades con la finalidad de tener el mismo número de hombres (N= 113) y mujeres (N=113).

Del total de mujeres (N=113) 58 tiene exposición al monte y 55 no tiene exposición; 42 comentaron tener antecedente de picadura, 27 mujeres mencionaron haber tenido en algún momento un chinchoma, y 23 de ellas dijo tener exposición al monte (Figura 6). Con relación a los hombres (N=113), 103 tiene exposición al monte y sólo 10 individuos dijeron no tener exposición; 73 dicen tener antecedente de picadura de triatomino, de los cuales 56 también tienen antecedente de chinchoma. Del total de participantes incluidos en este modelo (N=226) 25 hombres y 14 mujeres fueron detectados con *T. cruzi* (Figura 6).

En general, la exposición al monte con o sin antecedente de picadura de triatomino y chinchoma tiene el mayor porcentaje en los participantes infectados con *T. cruzi* en ambos sexos (20.5% sólo con EM, 26.4% con EM y AP, 26.9% con EM y AC, 12.9% con EM SAP y 25% con EM SAC) comparando los porcentajes de los participantes con el parásito sin exposición al monte (9.23% con EM, 4.17% SEM con AP, 12.2% SEM SAP y 6.25% SEM con AC) (Tabla 15).



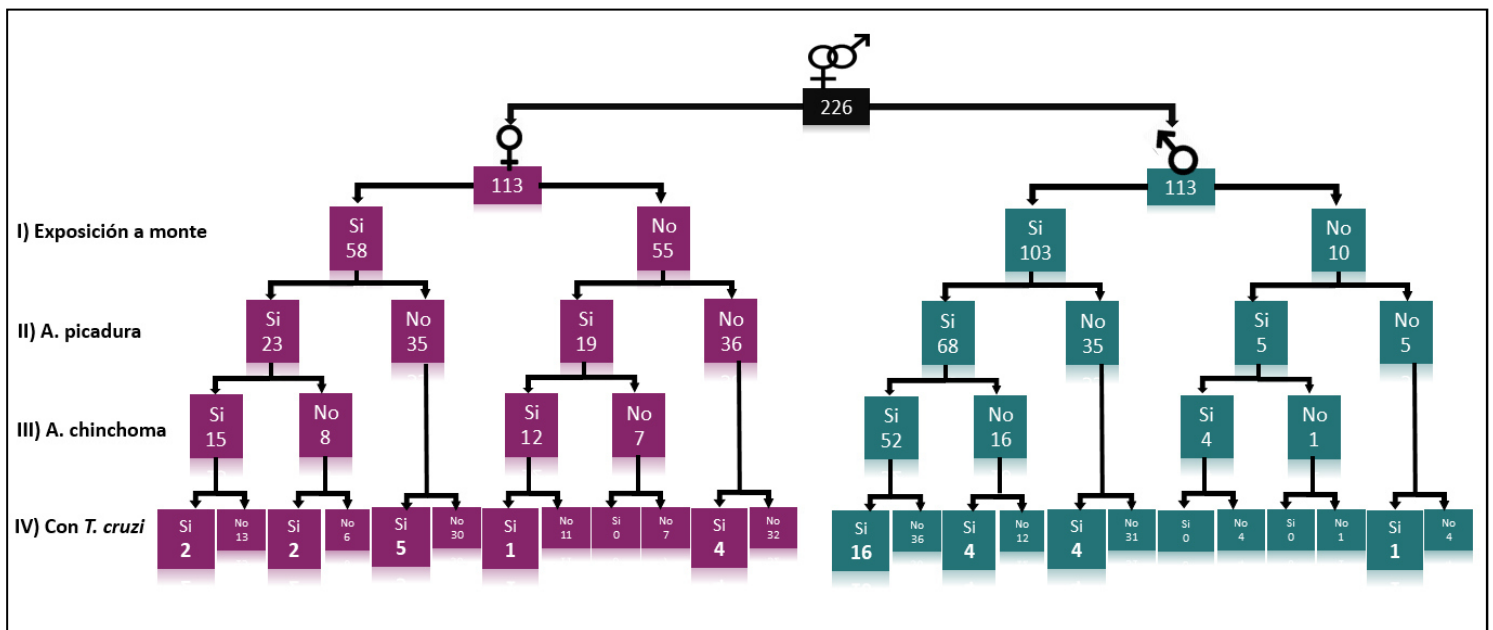


Figura 6. Frecuencia de participantes por sexo con y sin exposición al monte, con y sin antecedente de picadura de triatomino, con y sin antecedente de chinchoma y, con y sin *T. cruzi*.

Tabla 15. Porcentaje de participantes con *T. cruzi* por sexo, con o sin exposición al monte, con o sin antecedente de picadura de triatomo y con o sin antecedente de chinchoma.

SEXO	POSITIVOS A <i>T. cruzi</i>																	
	EM		SEM		EM con AP		EM -SAP		SEM con AP		SEM-SAP		EM con AC		EM-SAC		SEM con AC	
	Fr	%	Fr	%	Fr	%	Fr	%	Fr	%	Fr	%	Fr	%	Fr	%	Fr	%
Femenino	9	15.52	5	9.09	4	17.4	5	14.3	1	5.26	4	11.1	2	13.3	2	25	1	8.33
Masculino	24	23.3	1	10	20	30.9	4	11.4	0	0	1	20	16	30.8	4	25	0	0
Total	33	20.5	6	9.23	24	26.4	9	12.9	1	4.17	5	12.2	18	26.9	6	25	1	6.25

\*EM=Exposición al monte, SEM= Sin exposición al monte, AP= Antecedente de picadura, SAP= Sin antecedente de picadura, AC= Antecedente de chinchoma, SAC= Sin antecedente de chinchoma, Fr= Frecuencia.

Sin embargo, al analizar el riesgo (OR) de adquirir *T. cruzi* con exposición al monte, antecedente de piquete de triatomo y chinchoma por sexo, no se obtuvo valor estadístico significativo (Tabla 16).

Tabla 16. Análisis de riesgo para adquirir *T. cruzi* de cada sexo en relación a exposición al monte con antecedente de piquete de tritomino y antecedente de chinchoma.

SEXO	EXPOSICIÓN AL MONTE			EM CON ANTECEDENTE DE PIQUETE			EM CON ANTECEDENTE DE CHINCHOMA		
	OR	IC 95%	VALOR <i>p</i>	OR	IC 95%	VALOR <i>p</i>	OR	IC 95%	VALOR <i>p</i>
Femenino	1.8871	0.5992 a 5.9436	0.278	1.4643	0.3377 a 6.3486	0.6103	0.2857	0.0194 a 4.2010	0.361
Masculino	3.0864	0.3764 a 25.3055	0.2938	3.8317	0.1975 a 74.3195	0.3746	3.96	0.2014 a 77.8560	0.3651

\*OR= Odds ratio, IC= Intervalo de confianza

### Encuestas entomológicas:

Se colectaron 206 triatomos distribuidos en cuatro hábitats, el mayor número de colectas se realizó en habitat doméstico (N=111) y en segundo lugar en peridoméstico (N=68), fueron casi nulas las colectas en ecotono representando únicamente 4 especímenes colectados en este hábitat. Del total de triatomos colectados 201 estaban en estadio adulto correspondientes a la especie *T. dimidiata*, se encontraron 120 hembras y 81 machos, sólo se encontraron 5 ninfas N5 (Tabla 17).

Tabla 17. Número de colectas de triatomos por hábitat y estadio.

ESTADIO	HABITAT								TOTAL
	DOMÉSTICO		PERIDOMÉSTICO		SELVA		ECOTONO		
	Frecuencia	%	Frecuencia	%	Frecuencia	%	Frecuencia	%	
Hembra	56	27.18	46	22.33	16	7.77	2	0.97	120
Macho	50	24.27	22	10.68	7	3.40	2	0.97	81
Ninfa 5	5	2.43	0	0.00	0	0	0	0	5
Total	111	53.88	68	33.01	23	11.17	4	1.94	206

En las 8 localidades muestreadas se tuvo presencia del insecto, las localidades con mayor porcentaje de colectas fueron: Emiliano Zapata con 34.95%, X-Kobenhaltún con el 33.50% y Yaxhachen con 17.96%; las comunidades con menor porcentaje del total de las colectas fueron Sacamucuy y Salvador Alvarado con 1.46% (Tabla 18). Cabe señalar que de los 206 insectos capturados, solo 2 se obtuvo mediante inspección entomológica directa el resto se colectó por medio de captura pasiva mediante ayuda de los participantes de las diferentes localidades.

Tabla 18. Número de colectas de *T. dimidiata* por localidad

<b>LOCALIDAD</b>	<b>FRECUENCIA</b>	<b>%</b>
Emiliano Zapata	72	34.95
Potoit	5	2.43
Sacamucuy	3	1.46
Xul	6	2.91
Bombahaltún	11	5.34
Salvador Alvarado	3	1.46
X-Kobelhantún	69	33.50
Yaxhachén	37	17.96
Total	206	100

El periodo de capturas de los triatominos abarca de octubre del 2015 a junio del 2016. Los meses de abril y mayo tiene el mayor número de colectas (84 y 73, respectivamente), los meses de julio a septiembre no tiene reporte de colecta ya que no formaron parte del tiempo de colectas; de los meses que incluye el estudio, en enero no se reportó ninguna colecta (Figura 7).

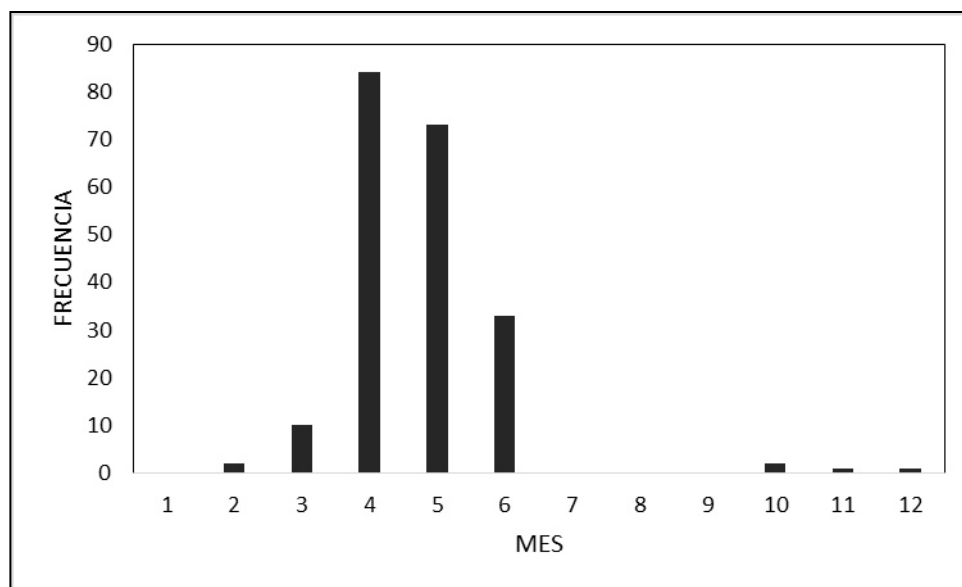


Figura 7. Frecuencia de triatominos capturados por mes.

Los indicadores entomológicos que se analizaron fueron el índice de infestación, colonización, de dispersión y densidad. Las localidades con mayor índice de infestación fueron Emiliano Zapata (51.43), Xul (44.44) y X-Kobenhaltún (40), la localidad con menor infestación fue Salvador Alvarado (9.52). En relación al índice de colonización Potoit (50), Xul (25) y Emiliano Zapata (16.67) fueron las localidades que tuvieron únicamente presencia de ninfas. Con respecto a la densidad X-Kobenhaltún (4.60) y Emiliano Zapata (2.06) obtuvieron el mayor resultado (Tabla 19). Las 8 localidades tuvieron reporte de colecta de triatomos, por lo que el índice de dispersión obtenido fue 100.

Tabla 19. Indicadores entomológicos por localidad

LOCALIDAD	INDICADORES ENTOMOLÓGICOS		
	INFESTACIÓN	COLONIZACIÓN	DENSIDAD
Emiliano Zapata	51.43	16.67	2.06
Potoit	15.38	50.00	0.38
Sacamucuy	33.33	0	1.00
Xul	44.44	25.00	0.67
Bombahaltún	25.00	0	1.38
Salvador Alvarado	9.52	0	0.14
X-Kobelhantún	40.00	0	4.60
Yaxhachén	33.33	0	1.12

## DISCUSIÓN

En este estudio encontramos el 15.6% de personas infectadas con *T. cruzi* distribuidas en 8 localidades rurales de la región Sur del estado de Yucatán, con mayor prevalencia de infección en el sexo masculino con respecto al sexo femenino (26/14). Existen estudios con seroprevalencias similares en comunidades rurales donde la muestra es mayor en el sexo femenino que el sexo masculino y no encuentran diferencias en la prevalencia de infección entre sexos (Kagan, Zárate, and Cedeño-ferreira 1979; Montoya et al. 2003; Cruz 2009). Por otro lado existen estudios donde la prevalencia de infección es mayor en uno de los sexos hombres (Grijalva et al. 2003; Alducin-Téllez et al. 2011). En Guatemala se realizó un estudio para comparar la incidencia de infección de *T. cruzi*

entre dos comunidades con características muy similares y cuya actividad principal era la agricultura, donde el sexo femenino resulto el de mayor prevalencia en una de las comunidades con diferencia significativa y en la otra comunidad el sexo masculino fue el de mayor prevalencia pero sin ser significativo (Paz-Bailey G., Monroy C., Rodas A., Rosales R., Tabaru R. 2002). De todos estos estudios de seroprevalencia y factores de riesgo, las características de vivienda y presencia de reservorios peridomésticos parecen influir en la incidencia de los casos adquiridos por transmisión vectorial, pero no se indagan sobre las causas en las diferencias en la prevalencia entre sexo aún en comunidades con características similares. Es por ello que para nuestra investigación surge la hipótesis que existe diferencia en la prevalencia de infección con *T. cruzi* entre géneros

Las comunidades mayas en las que se realizó esta investigación se encuentran catalogadas como marginadas, sólo 3 cuentan con centros de Salud donde 2 de ellas están a cargo por médicos pasantes de servicio social (lo que implica cambio de médico año tras año y durante ese año tener a alguien de lunes a sábado para atender pacientes) y sólo una comunidad tiene médico de contrato (lo que implica un médico con horario de lunes a viernes de 8 a 14 hrs); el resto de las comunidades para tener servicio médico deben trasladarse al centro de salud que le corresponde y las comunidad con médico deben trasladarse a otros sitios cuando no hay médico. Esto habla de la falta de acceso a servicios de salud continuos en estas comunidades rurales y su poca familiaridad con los procedimientos para realizar diagnósticos. A pesar de la solidaridad de los habitantes en las diferentes comunidades para esta investigación, en todas resultó difícil la aceptación de toma de muestras de sangre venosa, tenían miedo al procedimiento y consideraban que se les quitaba mucha cantidad y eso los perjudicaría para realizar sus actividades (los hombres fueron los más renuentes). Es por ello que no se logró el 100% de la muestra deseada para la investigación y hubo menor participación del sexo masculino en relación al sexo femenino.

La discrepancia en los resultados de las pruebas diagnósticas para detectar *T. cruzi* en nuestra investigación, alerta a la necesidad del análisis y de la comparación de la eficacia

de las diferentes técnicas empleadas en diagnóstico. Para ello es imprescindible considerar todas las fases de la EC, y de acuerdo a la características del parásito, la probabilidad de ser detectado (Rocha-Gaso MI, Villarreal-Gómez LJ 2017). Las pruebas inmunológicas son más sensibles en fases crónicas, esto puede deberse a que en la fase aguda temprana todavía no hay suficiente cantidad de anticuerpos para ser detectados por estas técnicas; además se deben considerar que existen individuos que a pesar de estar infectados, nunca desarrollan una respuesta de anticuerpos detectable (Krusnell 1997); las pruebas inmunológicas en fases crónicas también han mostrado ser sensibles, sin embargo, se han reportado falsos negativos, como posible explicación de estos casos es que el título de anticuerpos podría haber disminuido con el tiempo (Ferrer et al. 2013). En cuanto las pruebas moleculares tienen mayor sensibilidad en la fase aguda de la enfermedad, en la fase crónica, debido a que los parásitos están confinados a tejidos, las pruebas de PCR presentan menor sensibilidad; sin embargo, es importante resaltar que en la sensibilidad de la PCR influyen también el método de extracción de ADN y el volumen de sangre que se emplea para la extracción de ADN (Mejia et al. 2011)

El kit SD- Chagas Ab Rapid®, es una de las ocho pruebas con mayor especificidad y sensibilidad, de acuerdo a un estudio que comparo 11 pruebas rápidas en diferentes regiones geográficas (Sánchez et al., 2014). En nuestro estudio la prueba mostró ser más específica que sensible, resaltando que todos los pacientes con prueba rápida positiva fue el mismo número de positivos en las pruebas inmunológicas. Resultados similares se han obtenido en otros estudios donde comparan diversos métodos diagnósticos que incluyen pruebas rápidas (Duarte LF., Flórez O. 2014). A pesar de la variabilidad en la sensibilidad de las pruebas rápidas, han demostrado obtener resultados similares o iguales que las pruebas inmunológicas convencionales aprobadas por la OMS, por lo que, considerando la facilidad de su uso y el bajo costo podrían ser pruebas de utilidad para campañas de detección del parásito en comunidades rurales donde no se cuenta con laboratorios.

En nuestra investigación indagamos sobre factores de riesgo que exponen al vector de *T. cruzi* en ambos sexos, no sólo nos limitamos a preguntar a qué se dedican, tratamos de profundizar y esquematizar lo que implican las actividades que realizan en los diferentes

hábitats donde se desenvuelven los individuos de acuerdo al rol que culturalmente se ha asociado al ser hombres y al ser mujer, para demostrar que la exposición vectorial no es exclusiva del hábitat domiciliar. Este enfoque con determinantes sociales que influyen a la vulnerabilidad de adquirir enfermedades transmitidas por vector se ha propuesto como parte de análisis de factores de riesgo (Arenas-monreal et al. 2015; Valdez-tah et al. 2015).

Encontramos que las actividades asociadas al hábitat selvático (agricultura y caza) representaron las más significativas para el hombre y las actividades relacionadas a hábitat doméstico (ama de casa y costurar) para las mujeres. Ambos sexos tienden a realizar más de una actividad, sin embargo, la necesidad de mayor dispersión la tiene el sexo masculino por las actividades que realiza dentro y fuera de la comunidad, llegando a tener que trasladarse a otras comunidades para generar ingreso económico, esto sobre todo en las comunidades donde los cultivos son temporales. Y en las comunidades donde hay cultivos continuos, el sexo masculino tiene que dormir 1 vez al mes cerca de campos de cultivo para cuidar de robo las bombas de agua que permite tener riego continuo en sus parcelas. Aun cuando las mujeres tienen actividades en hábitat selvático, sus actividades están ligadas a necesidades domésticas, como lo es el ir a recoger leña para poder cocinar. Las que ayudan en campos de cultivo, lo hacen en la época de recoger lo cultivado, sólo hubo una mujer que se involucra en todas las actividades de cultivo.

Ambos sexos (92.2% del sexo femenino y 98.29% del sexo masculino) supo reconocer a *T. dimidiata*, lo que puede implicar mayor o menor riesgo de adquirir la infección. Un estudio en Morelos con *Triatoma pallidipennis* (Ayala, 2010) encontraron como factor de riesgo para adquirir *T. cruzi* no conocer al insecto vector. En contraste en Veracruz con *T. dimidiata* conocer el vector y haberlo visto fue un factor de riesgo asociado a la infección por *T. cruzi* (Segura y Escobar-Mesa, 2005). El hecho de que en nuestro estudio la mayoría reconoce el insecto y sabe que se alimenta de sangre humana o de otros reservorios mamíferos sugiere que han tenido convivencia con el vector.

En relación a observar triatominos en ámbitos ocupacionales, los hombres comentaron ver más al insecto que las mujeres, poniendo de manifiesto mayor exposición vectorial en el sexo masculino. Quienes comentaron haber sido picados por triatominos 73.68% del sexo femenino y 48.05% del sexo masculino comentaron que el contacto fue en su casa y 31.17% del sexo masculino y 5.26% del sexo femenino dijeron que fue en el monte. A pesar de que el 81.54% del sexo femenino y 73.91% del sexo masculino dijo que “el pic” puede exponerlos a una enfermedad. Al momento de preguntar si fueron al médico cuando fueron picados por un pic el 96.49% del sexo femenino y 90.90% del sexo masculino no acudió a revisión médica. Sólo 45 mujeres (34.75%) y 35 hombres (29.91%) dijeron saber de la existencia de la enfermedad de Chagas, esta falta de conocimiento sobre la enfermedad se ha encontrado en otros estudios en México. En cambio, en otros países altamente endémicos como Argentina y Brazil, los habitantes si suelen relacionar EC con el contacto con triatominos.

De los participantes a los que se les detecto infección con *T. cruzi* (N=40) que se incluyeron en el modelo de exposición/vulnerabilidad, 9 mujeres de las 14 detectadas y 24 hombres de los 25 detectados dijeron tener exposición al monte. Si bien no se sabe con exactitud cuándo tuvieron contacto con el parásito estas personas detectadas, el antecedente de tener que realizar parte de sus actividades en hábitat sélvatico-ecotono sugiere que la exposición vectorial no sólo se da en hábitat doméstico.



## CONCLUSIONES

Existe presencia de *Triatoma dimidiata* prácticamente en todo en estado de Yucatán de acuerdo a la distribución identificada con datos SSY, lo que implica probabilidad de transmisión vectorial en todo el estado; sin embargo la región Norte es en donde se tiene mayor reporte de colectas del insecto vector de *T. cruzi*.

La distribución de personas infectadas con *T. cruzi* también se hace presente en todo el estado de Yucatán, pero la región Sur es donde se ubica el mayor porcentaje de casos humanos.

Con nuestro análisis demostramos que la distribución de los datos tanto de casos humanos con *T. cruzi* y colectas de *T. dimidiata* no se comporta de forma aleatoria, encontrando que características ambientales sí influyen en la clasificación donde se ubicaron las presencias. Encontrando que las presencias de personas infectadas con *T. cruzi* se encuentran en sitios donde hay mayor densidad de vegetación. En cambio, las variables de tipo demográfico y ocupación del espacio resultarán discriminantes en todos los modelos de triatomínicos lo que apoya que sí existe fuerte influencia antropogénica en la modificación del paisaje en el estado de Yucatán.

De acuerdo a los datos reportados por SSY existe el 79.35% hombres y 20.65% mujeres infectados con *T. cruzi*. Sin embargo, se tiene sesgo de que son datos proporcionados por tamizaje de bancos de sangre, lo que implica que sea mayor muestra del sexo masculino ya que son los hombres quienes suelen donar sangre. Debido a este sesgo se realizó un análisis discriminante lineal para comparar prevalencias de hombre, mujeres con puntos aleatorios utilizando variables ambientales como variables discriminatorias; a pesar de que no hubo porcentaje de clasificación significativo los tres grupos obtuvieron mayor porcentaje de clasificación en el grupo que les correspondía, encontrando puntos dispersos en el grupo de hombres y aleatorios, lo que significa que esos puntos no encajaron con las variables con mayor valor discriminante para realizar la clasificación.

La presencia de *T. dimidiata* fue reportada prácticamente durante todo el año en todos los años, los meses donde se reportan pocas colectas o ninguna colecta son septiembre, octubre y noviembre. En relación a la colonización, existen reportes de ninfas en prácticamente todos los meses. Al someter la presencia de *T. dimidiata* a análisis de regresión lineal se identificó que a mayor variación y media de la vegetación y ante presencia de vegetación densa mayor probabilidad de presencia de *T. dimidiata*.

De 258 participantes en nuestro estudio el 15.6% resulto infectada con *T. cruzi*, con mayor prevalencia de infección en el sexo masculino con respecto al sexo femenino. De los participantes a los que se les detecto infección con *T. cruzi* (N=40) 9 mujeres y 24 hombres realizan actividades en hábitat selvático-ecotono lo que sugiere que la exposición vectorial no sólo se da en hábitat doméstico.

## BIBLIOGRAFÍA

- Achilea, Bittencourt. 1976. "Congenital Chagas Disease." *Am J Dis Child* 13: 223–58. [https://doi.org/10.1016/S0168-7069\(06\)13012-8](https://doi.org/10.1016/S0168-7069(06)13012-8).
- Alarcón de Noya, Belkisyolé, Zoraida Díaz-Bello, Cecilia Colmenares, Raiza Ruiz-Guevara, Luciano Mauriello, Reinaldo Zavala-Jaspe, José Antonio Suarez, et al. 2010. "Large Urban Outbreak of Orally Acquired Acute Chagas Disease at a School in Caracas, Venezuela." *The Journal of Infectious Diseases* 201 (9): 1308–15. <https://doi.org/10.1086/651608>.
- Alducin-Téllez, César, Enrique Rueda-Villegas, Isaí Medina-Yerbes, Ruth López, Virginia Peña-Hernández, and Víctor Monteón. 2011. "Prevalencia de Serología Positiva Para Trypanosoma Cruzi En Pacientes Con Diagnóstico Clínico de Miocardiopatía Dilatada En El Estado de Campeche , México." *Archivos de Cardiología de México* 81 (3): 204–7.
- Arenas-monreal, Luz, M Sp, D Antrop, Maricela Piña-pozas, D Bibliotecnología, Héctor Gómez-dantés, and M C. 2015. "ENSAYO Aportes Y Desafíos Del Enfoque de Género En El Estudio de Las Enfermedades Transmitidas Por Vector" 57 (1).
- Augusto, Jorge, De Oliveira Guerra, Marcel Gonçalves Maciel, Marcus Vinícius, De Farias Guerra, Anette Chursciack Talhari, Suzane Ribeiro Prestes, et al. 2015. "Tegumentary Leishmaniasis in the State of Amazonas : What Have We Learned and What Do We Need ?" 48 (July

2014): 12–19.

- Barbu C, Dumonteil E., Gourbière S. 2010. “Characterization of the Dispersal of Non-Domiciliated *Triatoma Dimidiata* through the Selection of Spatially Explicit Models” 4 (8).  
<https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0000777>.
- Barrera-Pérez MA, Guzmán-Marín ES., Rodríguez-Féliz ME, Zavala-Velázquez JE. n.d. “Estudio Piloto Para Detección de Anticuerpos Contra T Cruzi En Donadores de Sangre En Yucatan.pdf.”
- Barrera-Pérez Mario A., Rodríguez-Félix María E., Guzmán-Marín Eugenia del S., Zavala-Velázquez Jorge E. 1992. “1992\_Barrera-Pérez\_Etal\_flagelados.pdf.”
- Brito, Raíssa N., David E. Gorla, Liléia Diotaiuti, Anália C.F. Gomes, Rita C.M. Souza, and Fernando Abad-Franch. 2017. “Drivers of House Invasion by Sylvatic Chagas Disease Vectors in the Amazon-Cerrado Transition: A Multi-Year, State-Wide Assessment of Municipality-Aggregated Surveillance Data.” *PLoS Neglected Tropical Diseases* 11 (11): 1–25. <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0006035>.
- Buermann, Wolfgang, Sassan Saatchi, Thomas B. Smith, Brian R. Zutta, Jaime A. Chaves, Borja Milá, and Catherine H. Graham. 2008. “Predicting Species Distributions across the Amazonian and Andean Regions Using Remote Sensing Data.” *Journal of Biogeography* 35 (7): 1160–76. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2699.2007.01858.x>.
- Carlier, Yves, Faustino Torrico, Sergio Sosa-Estani, Graciela Russomando, Alejandro Luquetti, Hector Freilij, and Pedro Vinas. 2011. “Congenital

Chagas Disease: Recommendations for Diagnosis, Treatment and Control of Newborns, Siblings and Pregnant Women.” *PLoS Neglected Tropical Diseases* 5 (10): 4–6.

<https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0001250>.

Carrillo-Peraza, J. R., P. Manrique-Saide, J. C. Rodríguez-Buenfil, J. F. Escobedo-Ortegón, R. I. Rodríguez-Vivas, M. E. Bolio-González, M. Barrera-Pérez, E. Reyes-Novelo, and C. H. Sauri-Arceo. 2014. “Estudio Serológico de La Tripanosomiasis Americana Y Factores Asociados En Perros de Una Comunidad Rural de Yucatán, México.” *Archivos de Medicina Veterinaria* 46 (1): 75–81. <https://doi.org/10.4067/S0301-732X2014000100011>.

Ceballos, L. A., M. V. Cardinal, G. M. Vazquez-Prokopec, M. A. Lauricella, M. M. Orozco, R. Cortinas, A. G. Schijman, M. J. Levin, U. Kitron, and R. E. Gürtler. 2006. “Long-Term Reduction of *Trypanosoma Cruzi* Infection in Sylvatic Mammals Following Deforestation and Sustained Vector Surveillance in Northwestern Argentina.” *Acta Tropica* 98 (3): 286–96. <https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2006.06.003>.

Chase, Arlen F., and Diane Z. Chase. 2016. “Urbanism and Anthropogenic Landscapes.” *Annual Review of Anthropology* 45 (1): 361–76. <https://doi.org/10.1146/annurev-anthro-102215-095852>.

Coura, José Rodrigues, João Carlos, and Pinto Dias. 2009. “Epidemiology , Control and Surveillance of Chagas Disease - 100 Years after Its Discovery” 104 (i): 31–40.

Cruz, Oscar Aldana. 2009. “Seroprevalencia de La Enfermedad de Chagas En Tamazunchale San Luis Potosí Resumen Material Y Métodos.” *Enf*

*Inf Microbiol* 29 (3): 107–10.

Dias, J. C.P., and C. J. Schofield. 1999. “The Evolution of Chagas Disease (American Trypanosomiasis) Control after 90 Years since Carlos Chagas Discovery.” *Memorias Do Instituto Oswaldo Cruz* 94 (SUPPL. 1): 103–21. <https://doi.org/10.1590/S0074-02761999000700011>.

Dias, JC. Pinto, and S. Brener. 1984. “Chagas’ Disease and Blood Transfusion.” *Memórias Do Instituto Oswaldo Cruz*.

Duarte LF., Flórez O., Rincón G. and González CI. 2014. “Colombia Médica Comparison of Seven Diagnostic Tests to Detect Trypanosoma Cruzi Infection in Patients in Chronic Phase of Chagas Disease.” *Colombia Médica* 45: 61–66.

Dumonteil, Eric, Bastien Gourbie, Laboratorio De Parasitología, Centro De Investigaciones, Regionales Hideyo, and Universidad Auto. 2004. “PREDICTING TRIATOMA DIMIDIATA ABUNDANCE AND INFECTION RATE : A RISK MAP FOR NATURAL TRANSMISSION OF CHAGAS DISEASE IN THE YUCATÁN PENINSULA OF MEXICO” 70 (5): 514–19.

Dumonteil, Eric, Pierre Nouvellet, Kathryn Rosecrans, Maria Jesus Ramirez-sierra, Vladimir Cruz-chan, Miguel Rosado-vallado, and Rubi Gamboa-leo. 2013. “Eco-Bio-Social Determinants for House Infestation by Non-Domiciliated Triatoma Dimidiata in the Yucatan” 7 (9): 1–9. <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0002466>.

Dumonteil, Eric, Hugo Ruiz-piña, Eugenia Rodriguez-félix, Mario Barrera-pérez, María Jesús Ramirez-sierra, Jorge E Rabinovich, and Frédéric

Menu. 2004. “Re-Infestation of Houses by *Triatoma Dimidiata* after Intra- Domicile Insecticide Application in the Yucatán Peninsula , Mexico” 99 (May): 253–56.

Dumonteil, Eric, Frédéric Tripet, Maria Jesus Ramirez-sierra, Vincent Payet, Laboratorio De Parasitología, Centro De Investigaciones, Regionales Hideyo, and Universidad Autónoma De Yucatán. 2007.

“ASSESSMENT OF TRIATOMA DIMIDIATA DISPERSAL IN THE YUCATAN PENINSULA OF MEXICO BY MORPHOMETRY AND MICROSATELLITE MARKERS” 76 (5): 930–37.

Emmanuel, Nnadi Nnaemeka, Nimzing Loha, Mark Ojogba Okolo, and Onyedibe Kenneth Ikenna. 2011. “Landscape Epidemiology: An Emerging Perspective in the Mapping and Modelling of Disease and Disease Risk Factors.” *Asian Pacific Journal of Tropical Disease* 1 (3): 247–50. [https://doi.org/10.1016/S2222-1808\(11\)60041-8](https://doi.org/10.1016/S2222-1808(11)60041-8).

Ferrer, Elizabeth, María Lares, Mercedes Viettri, and Mehudy Medina. 2013. “Comparación Entre Técnicas Inmunológicas Y Moleculares Para El Diagnóstico de La Enfermedad de Chagas.” *Medicina Clinica* 31 (5). SEGO: 277–82. <https://doi.org/10.1016/j.eimc.2012.09.007>.

Freilij, H, and J Altcheh. 1995. “Congenital Chagas’ Disease: Diagnostic and Clinical Aspects.” *Clinical Infectious Diseases* 21: 551–55. <https://doi.org/10.1093/clinids/21.3.551>.

Garcia, Melissa N, Peter J Hotez, and Kristy O Murray. 2014. “Potential Novel Risk Factors for Autochthonous and Sylvatic Transmission of Human Chagas Disease in the United States,” 6–7. <https://doi.org/10.1186/1756-3305-7-311>.

Gascon, Joaquim, Caryn Bern, and María-jesús Pinazo. 2010. “Acta Tropica Chagas Disease in Spain , the United States and Other Non-Endemic Countries” 115: 22–27.

<https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2009.07.019>.

Gobierno del Estado de Yucatán 2012-2018, México. n.d. “Municipios de Yucatán.” Accessed October 21, 2017.

<http://www.yucatan.gob.mx/estado/municipios.php>.

Gorla, David E. 2002. “Variables Ambientales Registradas Por Sensores Remotos Como Indicadores de La Distribución Geografica de Triatoma Infestans (Heteroptera: Reduviidae).” *Ecologia Austral* 12 (2): 117–27.

Gourbiere, S, E Dumonteil, M Barrera-Perez, E Rodriguez-Felix, H Ruiz-Pina, O Banos-Lopez, Mj Ramirez-Sierra, Frédéric Menu, and Je Rabinovich. 2002. “Geographic Distribution of Triatoma Dimidiata and Transmission Dynamics of Trypanosoma Cruzi in the Yucatan Peninsula of Mexico.” *Am J Trop Med Hyg* 67 (2): 176–83.

<http://www.ajtmh.org/content/67/2/176.short>.

Graig, Green and. 1985. “Analysis of Aircraft Spectrometer Data with Logarithmic Residuals.”

Grijalva, Mario J, Luis Escalante, Rodrigo A Paredes, Jaime A Costales, Alberto Padilla, Edwin C Rowland, H Marcelo Aguilar, and Jose Racines. 2003. “SEROPREVALENCE AND RISK FACTORS FOR TRYPANOSOMA CRUZI INFECTION IN THE AMAZON REGION OF ECUADOR.” *Journal Tropical Medicine and Hygiene* 69 (4): 380–85.



- Guzman-Tapia Y., Ramírez-Sierra M.J. and Dumonteil E. 2007. “Urban Infestation by *Triatoma Dimidiata* in the City of Mérida, Yucatán, México” 7 (4). <https://doi.org/10.1089/vbz.2007.0133>.
- “Guzman Marin. 1990. Los Transmisores de La Enfermedad de Chagas.pdf.” n.d.
- “Guzmán Marin. 1992. Hábitos Biológicos de *Tdimidiata* En Yucatán.pdf.” n.d.
- Hamilton, Patrick B, Marta M G Teixeira, and Jamie R Stevens. 2012. “The Evolution of *Trypanosoma Cruzi* : The ‘ Bat Seeding ’ Hypothesis.” *Trends in Parasitology* 28 (4). Elsevier Ltd: 136–41. <https://doi.org/10.1016/j.pt.2012.01.006>.
- Haralick, Robert M., K. Shanmugam, and Its’Hak Dinstein. 1973. “Textural Features for Image Classification.” *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics* SMC-3 (6): 610–21. <https://doi.org/10.1109/TSMC.1973.4309314>.
- Hartemink, Nienke. 2009. *Vector-Borne Diseases : The Basic Reproduction Number R 0 and Risk Maps. Ecosystems*. <http://igitur-archive.library.uu.nl/dissertations/2009-1126-200122/hartemink.pdf#page=39>.
- Hassell, James M., Michael Begon, Melissa J. Ward, and Eric M. Fèvre. 2017. “Urbanization and Disease Emergence: Dynamics at the Wildlife–Livestock–Human Interface.” *Trends in Ecology and Evolution*. Elsevier Current Trends. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2016.09.012>.
- Hernández-becerril, Nidia, Ana Maria Mejía, Martha Alicia Ballinas-

verdugo, Verónica Garza-murillo, Elsa Manilla-toquero, Ruth López, Sergio Trevethan, et al. 2005. “Blood Transfusion and Iatrogenic Risks in Mexico City . Anti- Trypanosoma Cruzi Seroprevalence in 43 , 048 Blood Donors , Evaluation of Parasitemia , and Electrocardiogram Findings in Seropositive” 100 (January): 111–16.

Hidron, Alicia I, Robert H Gilman, Juan Justiniano, Anna J Blackstock, Carlos Lafuente, Martiza Calderon, Manuela Verastegui, et al. 2010. “Chagas Cardiomyopathy in the Context of the Chronic Disease Transition” 4 (5). <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0000688>.

Horwitz, Pierre, and Bruce A Wilcox. 2005. “Parasites , Ecosystems and Sustainability : An Ecological and Complex Systems Perspective.” *International Journal for Parasitology* 35: 725–32. <https://doi.org/10.1016/j.ijpara.2005.03.002>.

Huete, A. R, H. Q. Liu, K. Batchily, and Leeuwen van W. J. 1997. “A Comparision of Vegetation Indices over a Global Set of TM Images for EO -MODIS.” *Remote Sensing of Environment* 59 (Table 1): 440–51.

Ibarra-Cerdeña, Carlos N., Leopoldo Valiente-Banuet, Víctor Sánchez-Cordero, Christopher R. Stephens, and Janine M. Ramsey. 2017. “Trypanosoma Cruzi Reservoir—triatomine Vector Co-Occurrence Networks Reveal Meta-Community Effects by Synanthropic Mammals on Geographic Dispersal.” *PeerJ* 5: e3152. <https://doi.org/10.7717/peerj.3152>.

Inst, Mem, Oswaldo Cruz, and Rio De Janeiro. 2002. “The Impact of Chagas Disease Control in Latin America - A Review” 97 (July): 603–12.

- Izeta-Alberdi, Amaia, Carlos N. Ibarra-Cerdeña, David A. Moo-Llanes, and Janine M. Ramsey. 2016. “Geographical, Landscape and Host Associations of Trypanosoma Cruzi DTUs and Lineages.” *Parasites & Vectors* 9 (1). Parasites & Vectors: 631. <https://doi.org/10.1186/s13071-016-1918-2>.
- JE, Zavala-Velázquez. 2003. “La Enfermedad de Chagas En El Estado de Yucatán, México (1940-2002)” 14 (498): 35–43.
- Jiménez-Coello, M., E. Guzmán-Marín, A. Ortega-Pacheco, and K. Y. Acosta-Viana. 2010. “Serological Survey of American Trypanosomiasis in Dogs and Their Owners from an Urban Area of Mérida Yucatán, México.” *Transboundary and Emerging Diseases* 57 (1–2): 33–36. <https://doi.org/10.1111/j.1865-1682.2010.01130.x>.
- Jr, Anis Rassi, Anis Rassi, and José Antonio Marin-neto. 2009. “Chagas Heart Disease : Pathophysiologic Mechanisms , Prognostic Factors and Risk Stratification” 104 (May): 152–58.
- . 2010. “Chagas Disease.” *The Lancet* 375 (9723). Elsevier Ltd: 1388–1402. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(10\)60061-X](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(10)60061-X).
- Kadmon, Ronen, Oren Farber, and Avinoam Danin. 2004. “Effect of Roadside Bias on the Accuracy of Predictive Maps Produced by Bioclimatic Models.” *Ecological Applications* 14 (2): 401–13. <https://doi.org/10.1890/02-5364>.
- Kagan, G, R Zárate, and J Cedeño-ferreira. 1979. “ESTUDIOS EPIDEMIOLOGICOS EN OAXACA , MEXICO \*” 87.
- Klein, S L. 2004. “Hormonal and Immunological Mechanisms Mediating

Sex Differences in Parasite Infection,” no. August: 247–64.

Krusnell, J. 1997. “Serological Diagnosis of *Trypanosoma Rangeli* Infected Patients . A Comparison of Different Methods and Its Implications for the Diagnosis of Chagas ’ Disease,” 322–30.

L., Herrera. 2010. “Una Revisión Sobre Reservorios de *Trypanosoma* (*Schizotrypanum*) *Cruzi* (Chagas, 1909), Agente Etiológico de La Enfermedad de Chagas” L.

Lambin, Eric F., Annelise Tran, Sophie O. Vanwambeke, Catherine Linard, and Valérie Soti. 2010. “Pathogenic Landscapes: Interactions between Land, People, Disease Vectors, and Their Animal Hosts.” *International Journal of Health Geographics* 9 (5): 1–13.  
<https://doi.org/10.1186/1476-072X-9-54>.

Lent, Herman, and Pedro Wygodzinsky. 1979. “REVISION OF THE TRIATOMINAE ( HEMIPTERA , REDUVIIDAE ), AND THEIR SIGNIFICANCE AS VECTORS OF CHAGAS ’ DISEASE OF THE AMERICAN MUSEUM OF NATURAL HISTORY NEW YORK : 1979” 163.

López-Cárdenas, Jorge, Francisco Ernesto Gonzalez Bravo, Paz Maria Salazar Schettino, Juan Carlos Gallaga Solorzano, Ector Ramírez Barba, Joel Martinez Mendez, V Sánchez-Cordero, a Townsend Peterson, and J M Ramsey. 2005. “Fine-Scale Predictions of Distributions of Chagas Disease Vectors in the State of Guanajuato, Mexico.” *Journal of Medical Entomology* 42 (6): 1068–81. [https://doi.org/10.1603/0022-2585\(2005\)042\[1068:FPODOC\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1603/0022-2585(2005)042[1068:FPODOC]2.0.CO;2).

- Matsushita, Bunkei, Wei Yang, Jin Chen, Yuyichi Onda, and Guoyu Qiu. 2007. "Sensitivity of the Enhanced Vegetation Index (EVI) and Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) to Topographic Effects: A Case Study in High-Density Cypress Forest." *Sensors* 7 (11): 2636–51. <https://doi.org/10.3390/s7112636>.
- Meentemeyer, Ross K., Sarah E. Haas, and Tomáš Václavík. 2012. "Landscape Epidemiology of Emerging Infectious Diseases in Natural and Human-Altered Ecosystems." *Annual Review of Phytopathology* 50 (1): 379–402. <https://doi.org/10.1146/annurev-phyto-081211-172938>.
- Mejia, Ana M, Alejandro G Schijman, Margarita Bisio, Liliana Orellana, Mariela Sued, Carolina Cura, Frederic Auter, et al. 2011. "International Study to Evaluate PCR Methods for Detection of Trypanosoma Cruzi DNA in Blood Samples from Chagas Disease Patients" 5 (1). <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0000931>.
- Montoya, Roberto, João Carlos, Pinto Dias, and José Rodrigues Coura. 2003. "CHAGAS DISEASE IN A COMMUNITY IN SOUTHEAST BRAZIL . I . A SEROLOGIC FOLLOW-UP STUDY ON A VECTOR CONTROLLED AREA" 45 (5): 269–74.
- Moore, Sarah L, and Kenneth Wilson. 2015. "Parasites as a Viability Cost of Sexual Selection in Natural Populations of Mammals." *SCIENCE* 297: 2015–18.
- Noireau, François, Ana L. Carbajal-De-La-Fuente, Catarina M. Lopes, and Lileia Diotaiuti. 2005. "Some Considerations about the Ecology of Triatominae." *Anais Da Academia Brasileira de Ciencias* 77 (3): 431–36. <https://doi.org/10.1590/S0001-37652005000300006>.

- Noireau, François, Patricio Diosque, and Ana Maria Jansen. 2009. "Trypanosoma Cruzi: Adaptation to Its Vectors and Its Hosts." *Veterinary Research*. <https://doi.org/10.1051/vetres/2009009>.
- Noya, De, Zoraida Di, Cecilia Colmenares, Raiza Ruiz-guevara, Luciano Mauriello, Reinaldo Zavala-jaspe, Antonio Suarez, et al. 2010. "Large Urban Outbreak of Orally Acquired Acute Chagas Disease at a School in Caracas , Venezuela" 201 (9): 1308–15. <https://doi.org/10.1086/651608>.
- Ostfeld, Richard S., Gregory E. Glass, and Felicia Keesing. 2005. "Spatial Epidemiology: An Emerging (or Re-Emerging) Discipline." *Trends in Ecology and Evolution* 20 (6 SPEC. ISS.): 328–36. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2005.03.009>.
- Ostfeld, Richard S, A Townsend Peterson, De Fuente, and Robert Poulin. 2014. "Effects of Environmental Change on Zoonotic Disease Risk : An Ecological Primer" 30 (4): 205–14. <https://doi.org/10.1016/j.pt.2014.02.003>.
- Paz-Bailey G., Monroy C., Rodas A., Rosales R., Tabaru R., Davies C. and Lines J. 2002. "Incidence of Trypanosoma Cruzi Infection in Two Guatemalan Communities." *Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene*, 48–52.
- Peterson, A Townsend. 2006. "Ecologic Niche Modeling and Spatial Patterns of Disease Transmission" 12 (12).
- Peterson, AT. 2006. "Uses and Requirements of Ecological Niche Models and Related Distributional Models." *Biodiversity Informatics* 3: 59–72.

<https://doi.org/10.1182/blood-2009-09-244962.An>.

Peterson, Jennifer K., Sarah M. Bartsch, Bruce Y. Lee, and Andrew P. Dobson. 2015. "Broad Patterns in Domestic Vector-Borne Trypanosoma Cruzi Transmission Dynamics: Synanthropic Animals and Vector Control." *Parasites & Vectors* 8 (1). Parasites & Vectors: 537. <https://doi.org/10.1186/s13071-015-1146-1>.

Pojo De Rego, I, A Walter, A J Ferreira, M Rangel, E Girard-Ferreira, and F Noireau. 2006. "Peridomestic Structure, Farming Activity and Triatomine Infestation." *Parasite (Paris, France)* 13 (3): 237–43. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17007216>.

Ramsey, Janine M., Miguel Elizondo-Cano, Gilberto Sanchez-Gonzalez, Adriana Peña-Nieves, and Alejandro Figueroa-Lara. 2014. "Opportunity Cost for Early Treatment of Chagas Disease in Mexico." *PLoS Neglected Tropical Diseases* 8 (4). <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0002776>.

Ramsey, Janine M., A. Townsend Peterson, Oscar Carmona-Castro, David A. Moo-Llanes, Yoshinori Nakazawa, Morgan Butrick, Ezequiel Tunku, Keynes de la Cruz-Félix, and Carlos N. Ibarra-Cerdeña. 2015. "Atlas of Mexican Triatominae (Reduviidae: Hemiptera) and Vector Transmission of Chagas Disease." *Memorias Do Instituto Oswaldo Cruz* 110 (3): 339–52. <https://doi.org/10.1590/0074-02760140404>.

Randolph, Sarah E. 2008. "Tick-Borne Encephalitis Virus, Ticks and Humans: Short-Term and Long-Term Dynamics." *Current Opinion in Infectious Diseases* 21 (5): 462–67. <https://doi.org/10.1097/QCO.0b013e32830ce74b>.

- Rebollar-téllez, Eduardo A, Filiberto Reyes-villanueva, Javier Escobedo-ortegón, Paola Balam-briceño, and Irving May-concha. 2009. “Abundance and Nightly Activity Behavior of a Sylvan Population of *Triatoma Dimidiata* ( Hemiptera : Reduviidae : Triatominae ) from the Yucatan , México,” no. December: 304–10.
- Reisen, William K. 2010. “Landscape Epidemiology of Vector-Borne Diseases.” *Annual Review of Entomology* 55 (1): 461–83. <https://doi.org/10.1146/annurev-ento-112408-085419>.
- Rocha-Gaso MI, Villarreal-Gómez LJ, et al. 2017. “Biosensors to Diagnose Chagas Disease :” *Sensors*, 1–12. <https://doi.org/10.3390/s17112629>.
- Rodríguez-félix, María E, Jorge Zavala-velázquez, Mario A Barrera-pérez, and Eugenia Guzmán-. 1995. “Riesgo de Transmision de La Enfermedad de Chagas Por Donantes de Sangre .” 6 (490): 70–75.
- Salgado-ramí, Liliana, A Townsend Peterson, Janine M Ramsey, Ana E Gutie, Carlos N Ibarra-cerden, and Victor Sa. 2012. “Ecological Connectivity of *Trypanosoma Cruzi* Reservoirs and *Triatoma Pallidipennis* Hosts in an Anthropogenic Landscape with Endemic Chagas Disease” 7 (9). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0046013>.
- Schmunis, Gabriel A, and Zaida E Yadon. 2010. “Chagas Disease: A Latin American Health Problem Becoming a World Health Problem.” *Acta Tropica* 115 (1–2). Elsevier B.V.: 14–21. <https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2009.11.003>.
- Schmuñis, G a. 1991. “*Trypanosoma Cruzi*, the Etiologic Agent of Chagas’ Disease: Status in the Blood Supply in Endemic and Nonendemic



Countries.” *Transfusion* 31 (6): 547–57.

Schneider, David C. 2001. “The Rise of the Concept of Scale in Ecology.” *BioScience* 51 (7): 545–53. [https://doi.org/10.1641/0006-3568\(2001\)051\[0545:TROTCO\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1641/0006-3568(2001)051[0545:TROTCO]2.0.CO;2).

Schofield, C J, Lileia Diotaiuti, and J P Dujardin. 1999. “The Process of Domestication in Triatominae” 94 (Schofield 1996): 375–78.

Schofield, CJ; Dias JCP. 1991. “A Cost-Benefit Analysis of Chagas Disease Control.” *Mem. Inst, Oswaldo Cruz*. <https://doi.org/S0074-02761991000300002> [pii].

Soberón, Jorge, and A Townsend Peterson. 2005. “INTERPRETATION OF MODELS OF FUNDAMENTAL ECOLOGICAL NICHES AND SPECIES’ DISTRIBUTIONAL AREAS.” *Biodiversity Informatics* 2: 1–10.  
[https://kuscholarworks.ku.edu/bitstream/handle/1808/20560/soberon\\_interpretation.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://kuscholarworks.ku.edu/bitstream/handle/1808/20560/soberon_interpretation.pdf?sequence=1&isAllowed=y).

Solórzano, Jonathan V., Jorge A. Meave, J. Alberto Gallardo-Cruz, Edgar J. González, and José Luis Hernández-Stefanoni. 2017. “Predicting Old-Growth Tropical Forest Attributes from Very High Resolution (VHR)-Derived Surface Metrics.” *International Journal of Remote Sensing* 38 (2). Taylor & Francis: 492–513.  
<https://doi.org/10.1080/01431161.2016.1266108>.

Stoddard, Steven T., Amy C. Morrison, Gonzalo M. Vazquez-Prokopec, Valerie Paz Soldan, Tadeusz J. Kochel, Uriel Kitron, John P. Elder, and Thomas W. Scott. 2009. “The Role of Human Movement in the

Transmission of Vector-Borne Pathogens.” *PLoS Neglected Tropical Diseases* 3 (7). <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0000481>.

Sumilo, Dana, Loreta Asokliene, Antra Bormane, Veera Vasilenko, Irina Golovljova, and Sarah E Randolph. 2007. “Climate Change Cannot Explain the Upsurge of Tick-Borne Encephalitis in the Baltics,” no. 6. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0000500>.

Teixeira, Antonio R L, Mariana M Hecht, and Ana Carolina Bussacos. 2009. “Environment , Interactions between Trypanosoma Cruzi and Its Host , and Health Meio-Ambiente , Interações Entre Trypanosoma Cruzi E Seu Hospedeiro E Saúde Humana,” 32–44.

Valdez-tah, Alba, Laura Huicochea-gómez, Judith Ortega-canto, and Austreberta Nazar-. 2015. “Social Representations and Practices Towards Triatomines and Chagas Disease in Calakmul , México.” <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0132830>.

Vazquez-Prokopec, Gonzalo M., Cynthia Spillmann, Mario Zaidenberg, Ricardo E. Gürtler, and Uriel Kitron. 2012. “Spatial Heterogeneity and Risk Maps of Community Infestation by *Triatoma Infestans* in Rural Northwestern Argentina.” *PLoS Neglected Tropical Diseases* 6 (8). <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0001788>.



## Anexo I

### Consentimiento Informado



Título del estudio: Enfermedad de Chagas asociada al género y su ámbito de ocupación, en el estado de Yucatán

Investigador principal del estudio: Médica Adriana González Martínez

Asesores: Dr. Eduardo Rebollar Téllez y Dr. Carlos N. Ibarra Cerdeña

Yo \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_ declaro bajo mi responsabilidad que he escuchado la información sobre el estudio y ya acepto participar en él.

Se me ha explicado las características y el objetivo de la investigación, los posibles beneficios que puedo obtener. Se me ha dado tiempo y oportunidad para realizar preguntas. Todas las preguntas fueron respondidas a mi satisfacción.

Soy libre de retirarme del estudio en cualquier momento por cualquier motivo, sin tener que dar explicación y sin que repercuta negativamente a mi persona.  
Entiendo que el objetivo del estudio es para ayudar al conocimiento de una enfermedad y que los resultados del mismo serán confidenciales y sólo serán comunicados a los servicios de salud si hay un hallazgo que tenga implicación significativa para mi salud.

Doy mi consentimiento para las tomas de sangre requeridas, dar seguimiento a mi caso y así mismo, responder las preguntas que se requieran.

Fecha: \_\_\_\_\_

Firma del participante:

\_\_\_\_\_

Constado que he explicado las características y objetivos del estudio, los riesgos y beneficios potenciales al sujeto cuyo nombre aparece escrito al principio del documento. El sujeto consciente en participar por medio de su firma fechada en persona.

Fecha: \_\_\_\_\_

Firma del investigador:

\_\_\_\_\_



## Anexo II

### Enfermedad de Chagas y Género Encuesta



#### I. Datos Generales

Folio:

Localidad: \_\_\_\_\_ Municipio: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_ \_\_ / \_\_ \_\_ / \_\_ \_\_

Domicilio del encuestado:

Edad del encuestado (años cumplidos): \_\_\_\_\_ Sexo (Marcar con X) <sup>1</sup>Masculino \_\_\_\_  
<sup>2</sup>Femenino \_\_\_\_

Lugar de procedencia:

\_\_\_\_\_ Tiempo  
de residencia en la localidad: \_\_\_\_\_

Escolaridad del encuestado (Subrayar): <sup>1</sup>Sin estudios <sup>2</sup>Primaria incompleta  
<sup>3</sup>Primaria completa <sup>4</sup>Secundaria incompleta <sup>5</sup>Secundaria completa  
<sup>6</sup>Preparatoria completa <sup>7</sup>Preparatoria incompleta <sup>8</sup>Universidad  
<sup>9</sup>Otro \_\_\_\_\_

Cuántas personas viven en domicilio: \_\_\_\_\_

**Objetivo general:** Identificar diferencias de vulnerabilidad/exposición a *T. cruzi* entre géneros asociada a su(s) ocupación(es).

**Instrucciones:** Le voy a realizar varias preguntas, en algunas le leeré posibles respuestas y usted me dirá cuál elige y en otras usted me dirá su experiencia.

#### II. Sección de exposición.

**1- ¿A qué se dedica? (Subrayar y escribir todas las ocupaciones que mencione el encuestado)**

1. Ama de casa
2. Campesino
3. Cazador
4. Comerciante
5. Ganadero
6. Otro. ¿Cuál? \_\_\_\_\_

**2.- ¿Cuánto tiempo suele estar en casa?**

1. Mañana
2. Tarde
3. Noche
4. Tarde/noche
5. Todo el día

**3.- ¿Siempre duerme en casa?**

1. Si

2. No

**4.- ¿Suele descansar en el solar?**

1. Si

2. No

3. A veces ¿qué tan frecuente? \_\_\_\_\_

**5.- ¿A qué hora descansa en el solar?**

R. \_\_\_\_\_

**6.- ¿Qué utiliza para descansar en el solar?**

1. Hamaca

2. Solo me acuesto en el suelo

3. Un colchón

4. Otro. ¿Cuál? \_\_\_\_\_

**7.- ¿Dónde realiza las actividades de su(s) ocupación(es)?**

1. Dentro de casa

2. Solar

3. Monte

4. Parcela

5. Milpa

6. Otro. ¿Cuál? \_\_\_\_\_

**8.- ¿Cuánto tiempo está en el trabajo? Si tiene más de un trabajo, especificar a un lado del tiempo cada actividad**

1. Mañana

2. Tarde

3. Noche

4. Tarde/noche

5. Todo el día

**9.- ¿Con qué frecuencia suele ir al monte?**

1. Una vez al día

2. Una vez a la semana

3. Una vez al mes

4. Nunca voy

5. Otra. \_\_\_\_\_

**10.- ¿Qué actividades realiza en el monte?**

1. Recoger leña

2. Cazar

3. Llevar alimento a mi esposo/pareja

4. A caminar

5. Nunca voy

6. Otro. \_\_\_\_\_

**11.- Si una de sus actividades es ir al monte de noche ¿Cuál es? ¿Desde qué edad realiza esa actividad?**

R. \_\_\_\_\_

**12.- Si en algún momento de su vida realizaba actividades en monte de noche. ¿Desde qué edad dejó de realizarlas?**

R. \_\_\_\_\_

**13. Si una de sus actividades es ir al monte de noche ¿Qué tan frecuente realiza esa actividad?**

R. \_\_\_\_\_

**14.- Si realiza actividades en el monte. ¿Lleva hamaca para descansar en el monte?**

1. Si

2. No

3. A veces ¿qué tan frecuente? \_\_\_\_\_

**15.- Si realiza actividades en la milpa. ¿Lleva hamaca para descansar en la milpa?**

1. Si

2. No

3. A veces ¿qué tan frecuente? \_\_\_\_\_

**16.- Si realiza actividades en la parcela. ¿Lleva hamaca para descansar en la parcela?**

1. Si

2. No

3. A veces ¿qué tan frecuente? \_\_\_\_\_

**17.- ¿Va a la milpa al oscurecer o en la noche?**

1. Si

2. No

3. A veces ¿qué tan frecuente? \_\_\_\_\_

**18.- ¿Va a la parcela al oscurecer o en la noche?**

1. Si

2. No

3. A veces ¿qué tan frecuente? \_\_\_\_\_

**19.- ¿En qué otros sitios duerme por la noche?**

1. Monte

2. Parcela

3. Milpa

4. Otra casa en la misma comunidad

5. Otra casa en otra comunidad

6. Otro. ¿Cuál? \_\_\_\_\_

**20.- ¿Qué actividades realiza en solar?**

1. Alimentar a los animales

2. Cultivar

3. Cuidar a los animales

4. Arreglar el jardín

5. Bordar ropa

6. Descanso

7. Otro. \_\_\_\_\_

**21.- ¿Con qué frecuencia sacude los muebles de la casa?**

R: \_\_\_\_\_

**22.- ¿Usted ha donado sangre?**

1. Si \_\_\_\_\_ ¿Qué año? \_\_\_\_\_

2. No

**23.- ¿Usted ha necesitado que le pongan sangre?**

1. Si \_\_\_\_\_ ¿Qué año? \_\_\_\_\_

2. No

3. No recuerda

**24.- ¿En qué clínica y estado le pusieron la sangre?**

R. \_\_\_\_\_

### **III: Sección, conocimiento del vector.**

**25.- ¿Conoce usted alguno de estos insectos? (Mostrar ejemplares)**

1. Si (Pasar a la siguiente pregunta si reconoce al triatomino)

2. No (Pasar a la pregunta 46)

**26.- ¿Con qué nombre conoce a este insecto?**

1. Pic

2. Chinche

3. Chinche hocicona

4. Chinche besucona

5. Otro. ¿Cuál? \_\_\_\_\_

**NOTA: A Partir de esta pregunta, usar el nombre con el cual conoce al triatomino.**

**27.- ¿La presencia de este insecto que le provoca?**

1. Miedo

2. Molestia

3. Nada

4. Otra. \_\_\_\_\_

**28.- ¿Con qué frecuencia ha visto en su casa el insecto?**

1. Poco (1)

2. Regular (2)

3. Mucho (3 o más)

4. Nunca (0)

**29.- ¿Con qué frecuencia ha visto este insecto en los sitios donde trabaja?**

1. Poco (1)
2. Regular (2)
3. Mucho (3 o más)
4. Nunca (0)

**30.- ¿En qué temporada ha visto el insecto en su casa?**

1. Tiempo de lluvias
2. Tiempo de sequía
3. Siempre
4. No ubica tiempo
5. Otro. ¿Cuál? \_\_\_\_\_

**31.- ¿En qué temporada ha visto el insecto en donde trabaja?**

1. Tiempo de lluvias
2. Tiempo de sequía
3. Siempre
4. No ubica tiempo
5. Otro. ¿Cuál? \_\_\_\_\_

**32.- ¿Hay alguna hora en el que suele ver más a este insecto en su casa?**

1. Mañanas
2. Tardes
3. Noches
4. Todo el día
5. No lo asocia con alguna hora

**33.- ¿Hay alguna hora en el que suele ver más a este insecto en donde trabaja?**

1. Mañanas
2. Tardes
3. Noches
4. Todo el día
5. No lo asocia con alguna hora

**34.- ¿En qué lugares de su casa ha visto o suele ver al insecto?**

R. \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**35.- ¿Dónde nunca ha visto a este insecto?**

R. \_\_\_\_\_

**36.- ¿Sabe qué come este insecto?**

1. Sangre de animales
2. Sangre de humanos
3. Plantas



4. No sabe
5. Otro. ¿Cuál? \_\_\_\_\_

**37.- ¿Ha sido picado por este insecto?**

1. Si (Pasar a siguiente pregunta)
2. No (Pasar a pregunta 44)
3. Muchas veces (Pasar a siguiente pregunta)
4. No recuerdo

**38.- ¿Ha tenido roncha provocada por este insecto?**

1. Si
2. No
3. Muchas veces
4. No recuerdo

**39.- ¿Recuerda hace cuánto le pica?**

1. Si
2. No

**40.- ¿El lugar en el que se encontraba?**

1. Monte
2. Casa
3. Solar
4. Otro. \_\_\_\_\_

**41.- ¿Presentó alguna molestia? (subrayar todas las opciones que diga el encuestado)**

1. Roncha
2. Se hincho un ojo
3. Fiebre
4. Ninguna
5. Otra. \_\_\_\_\_

**42.- ¿Acudió al médico por ello?**

1. Si
2. No

**43.- ¿Utilizó algún remedio? (Escribir lo que el encuestado indique)**

R. \_\_\_\_\_

**44.- ¿Sabe si alguien de su familia ha sido picado por este insecto?**

1. Si
2. No

**45.- ¿Cree estar expuesto a alguna enfermedad por este insecto?**

1. Si
2. No
3. No sabe

#### **IV. Conocimiento de enfermedad de Chagas**

##### **46.- ¿Ha escuchado hablar sobre la Enfermedad de Chagas?**

1. Si (Pasar a siguiente pregunta)
2. No (Ir a pregunta 51)

##### **47.- ¿Cómo recibió información sobre enfermedad de Chagas?**

1. Por médico
2. Plática
4. Escuela
5. Periódico-Tv
6. Otro. ¿Cuál? \_\_\_\_\_

##### **48.- ¿Sabe cómo se adquiere la enfermedad de Chagas?**

- 1.- Por contacto con una persona infectada
- 2.- Por contacto con las heces del pic
- 3.- Por piquete del pic
- 4.- No sabe
- 5.- Otro. ¿Cuál? \_\_\_\_\_

##### **49.- ¿Qué puede provocar en su cuerpo la enfermedad de Chagas?**

R. \_\_\_\_\_

##### **50.- ¿Cómo podemos prevenir enfermedad de Chagas?**

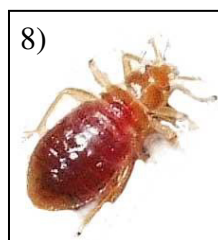
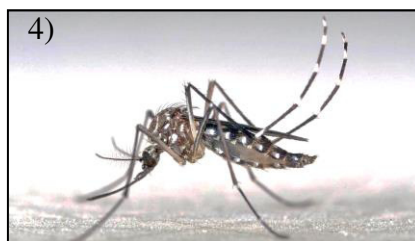
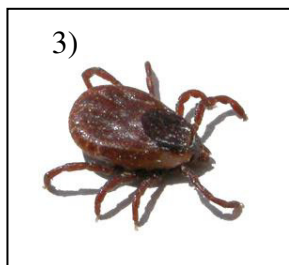
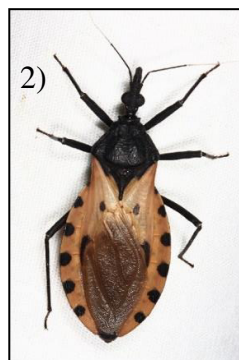
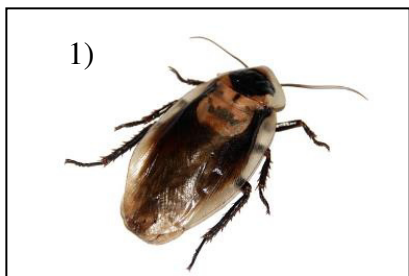
1. Limpiando las casas
2. Con repelentes
3. Eliminando al insecto
4. Con insecticidas
5. Mejorando vivienda
6. Uso de pabellones
6. Otro. ¿Cuál? \_\_\_\_\_

##### **51.- ¿A quién acude cuando se enferma?**

1. Yerbatero/curandero/chaman
2. IMSS
3. ISSSTE
4. Secretaria de salud (Seguro popular)
5. Médico particular
6. Se auto medica
7. Otro. ¿Cuál?

**La información que usted acaba de confiarme será confidencial. Cuando terminemos con la investigación le haremos saber los resultados, si usted así lo desea. ¡Muchas gracias!**

IMÁGENES PARA IDENTIFICAR TRIATOMINO



## **RESUMEN BIOGRÁFICO**

Adriana González Martínez

Candidata para el Grado de  
Doctor en Ciencias con Acentuación en Entomología Médica

**TESIS: PREVALENCIA DE LA ENFERMEDAD DE CHAGAS ASOCIADA AL GÉNERO Y SU ÁMBITO DE OCUPACIÓN, EN EL ESTADO DE YUCATÁN**

CAMPO DE ESTUDIO: Ciencias de la Salud

DATOS PERSONALES: Nacida en Delegación Venustiano Carranza del Distrito Federal el día 28 de julio de 1983, hija de Raúl González Martínez y Ma. Guadalupe Martínez Vilchez

EDUCACIÓN: Egresada de la Facultad de Medicina Dr. Ignacio Chávez, de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, grado obtenido Médica Cirujana y Partera en 2010.

EXPERIENCIA PROFESIONAL: Investigación clínica y de factores de riesgo de enfermedad de Chagas desde 2012. Investigación clínica sobre dengue del 2012 al 2014. Responsable de Departamento de Epidemiología en Clínica ISSSTE de Sahuayo en 2011.