



EDUCACIÓN
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO®

TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE CONKAL

PATRONES DE ALIMENTACIÓN Y DEFECACIÓN DE
***Triatoma dimidiata* INFECTADOS Y NO INFECTADOS**
CON *Trypanosoma cruzi*

TESIS

Que presenta:

VICTOR ANDRES GARRIDO GONZÁLEZ

Como requisito parcial para obtener el grado de:

Licenciado en Biología

Director de tesis:

DR. IRVING JESÚS MAY CONCHA

IRVING J. MAY CONCHA
DR. EN CIENCIAS BIOLÓGICAS

Conkal, Yucatán, México

Septiembre, 2024



TecNM

DEDICATORIAS

A mis padres, por su amor incondicional, sacrificio y constante aliento a lo largo de todos estos años. Su apoyo incondicional, ha sido mi mayor motivación.

A mis amigos y seres queridos, por estar siempre presentes y celebrando cada pequeño avance en este camino académico.

A mi director de tesis, por su guía experta, sabiduría, paciencia infinita y motivación constante durante este proyecto.

A todos los profesores que me han inspirado y enseñado a lo largo de mi carrera universitaria.

Este trabajo no habría sido posible sin el apoyo de cada uno de ustedes. Gracias por ser parte fundamental de este logro.

RESUMEN

La transmisión de *Trypanosoma cruzi* se produce principalmente cuando las heces de los triatominos infectados entran en contacto con las mucosas o la piel de sus hospederos. Esto ocurre principalmente cuando los insectos se alimentan de la sangre de sus hospederos, incluido el humano. Por lo tanto, el comportamiento de alimentación y defecación está asociado a la competencia vectorial de los triatominos. Este trabajo analizó el efecto de *T. cruzi* sobre los patrones de alimentación y defecación de *Triatoma dimidiata* (Hemiptera: Reduviidae). Este estudio examinó los comportamientos de alimentación y defecación y registró estos patrones durante y después de la alimentación en ninfas de quinto estadio de *T. dimidiata* no infectadas e infectadas con *T. cruzi*. Los resultados revelaron diferencias en los patrones analizados entre insectos infectados y no infectados. Las ninfas infectadas presentaron el menor tiempo de defecación en comparación con las ninfas no infectadas. Estos resultados demuestran que *T. cruzi* puede afectar los patrones de alimentación y defecación de *T. dimidiata*, aumentando la probabilidad de infección al hospedero.

ABSTRACT

Transmission of *Trypanosoma cruzi* occurs mainly when the feces of infected triatomines come into contact with the mucous membranes or skin of their hosts. These occur mainly when the insects feed on the blood of their hosts, including humans. Therefore, feeding and excretion behavior are related to the vectorial competence of triatomines. This work analyzed the effect of *T. cruzi* infection on the feeding and defecation patterns of *Triatoma dimidiata* (Hemiptera: Reduviidae). This study examined feeding and defecation behaviors and recorded these patterns during and after feeding in fifth-instar nymphs of *T. dimidiata* non-infected and infected with *T. cruzi*. The results revealed differences in the analyzed patterns between infected and uninfected insects. Infected nymphs presented the shortest defecation time compared to uninfected nymphs. These results demonstrate that *T. cruzi* can affect the feeding and defecation patterns of *T. dimidiata*, increasing the probability of infection to the host.

AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mi gratitud a todas las personas que contribuyeron de manera significativa a la realización de este trabajo de investigación. En primer lugar, a mi director de tesis, Dr. Irving May Concha, por su orientación experta, apoyo y paciencia durante todo el proceso. Sus consejos y sugerencias fueron fundamentales para dar forma y mejorar este estudio.

Mi reconocimiento también se extiende a mis compañeros de laboratorio y a todos aquellos que participaron en discusiones y debates que contribuyeron al desarrollo de las ideas aquí presentadas.

Agradezco a mi familia por su apoyo incondicional y por ser mi fuente de inspiración. Sus palabras de aliento fueron mi sostén en los momentos difíciles.

Finalmente, agradezco al Laboratorio de Parasitología del Centro de Investigaciones Regionales Dr. Hideyo Noguchi por proporcionar los recursos y el ambiente propicio para llevar a cabo esta investigación.

Este trabajo no hubiera sido posible sin el apoyo y la colaboración de todas estas personas e institución. Gracias por creer en mí y en este proyecto.

INDICE

INDICE DE TABLAS	6
INDICE DE FIGURAS	7
INTRODUCCION	8
OBJETIVOS	10
General	10
Específicos	10
HIPÓTESIS	10
FUNDAMENTO TEÓRICO	11
Generalidades Enfermedad de Chagas (EC)	11
Vector de la enfermedad de Chagas	12
Comportamientos de importancia epidemiológica y capacidad vectorial en Triatominos	13
La infección con <i>Trypanosoma cruzi</i>	14
DESARROLLO DEL PROYECTO	15
Material entomológico	15
Infección de los triatominos y formación de los grupos experimentales	15
Parámetros de medición en los patrones de alimentación de alimentación y defecación	16
Análisis estadístico	18
RESULTADOS Y DISCUSIONES	19
CONCLUSIÓN	29
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	30

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Valores de los análisis estadísticos observados en las variables contactos, tiempo de alimentación y peso de las deyecciones. Los análisis comparan las diferencias entre insectos infectados y no infectados de las variables analizadas. La W representa el valor estadístico de la prueba de Wilcoxon. El valor de P representa la significancia estadística del análisis. **21**

Tabla 2. Valores del análisis estadístico descriptivo, observados durante el comportamiento post-hora de alimentación en insectos infectados y no infectados. La DE representa los valores de la desviación estándar de las variables analizadas. La n representa el número de insectos analizados en cada variable. **24**

Tabla 3. Valores de los análisis estadísticos observados en las variables peso de ingesta, ganancia de peso, numero de deyecciones, peso deyecciones post-hora de la alimentación. Los análisis comparan las diferencias entre insectos infectados y no infectados de las variables analizadas. La W representa el valor estadístico de la prueba de Wilcoxon. El valor de P representa la significancia estadística **25**

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Análisis del peso inicial en <i>Triatoma dimidiata</i> infectados y no infectados con <i>Trypanosoma cruzi</i> .	20
Figura 2. Análisis del tiempo de ataque en <i>Triatoma dimidiata</i> infectados y no infectados con <i>Trypanosoma cruzi</i> .	22
Figura 3. Análisis del número de deyecciones en <i>Triatoma dimidiata</i> infectados y no infectados con <i>Trypanosoma cruzi</i> .	23
Figura 4. Análisis del peso final en <i>Triatoma dimidiata</i> infectados y no infectados con <i>Trypanosoma cruzi</i> .	26
Figura 5. Análisis del peso post-hora en <i>Triatoma dimidiata</i> infectados y no infectados con <i>Trypanosoma cruzi</i> .	27
Figura 6. Análisis del tiempo de la primera deyección en <i>Triatoma dimidiata</i> infectados y no infectados con <i>Trypanosoma cruzi</i> .	28

INTRODUCCION

En América Latina, La tripanosomiasis americana o enfermedad de Chagas (EC) es un problema de salud pública. Esta zoonosis es una afección parasitaria, sistémica, crónica y, es principalmente transmitida por vectores triatominos. Esta enfermedad es causada por el protozoo flagelado *Trypanosoma cruzi* (Kinetoplastida: Trypanosomatidae). Este parásito, se transmite principalmente a través de las heces de insectos hematófagos de la familia Reduviidae, orden Hemiptera, subfamilia Triatominae (WHO, 2018).

Esta enfermedad es un problema complejo con una firme vinculación con aspectos socio-económicos-culturales deficientes, que exponen a millones de personas a la infección. En este contexto, la Organización Mundial de la Salud (OMS) considera a la EC como una de las enfermedades tropicales desatendidas (WHO, 2024). Actualmente, se calcula que en el mundo hay entre 6 y 7 millones de personas infectadas por *T. cruzi* y al menos 25 millones, están en riesgo de contraer la enfermedad (WHO, 2024).

En México se estima una seroprevalencia de infección por *T. cruzi* de 3.38%, lo que sugiere que existen 4.06 millones de casos. Mientras que, la prevalencia promedio de la enfermedad en la Península de Yucatán (Campeche, Quintana Roo y Yucatán) detectada en bancos de sangre entre 2006 y 2017 fue de 1.33% (Arnal *et al.*, 2019; Ibarra-Cerdeña *et al.*, 2020).

En la actualidad, no existe una vacuna contra la EC y los medicamentos existentes tienen una baja eficacia y efectos secundarios en los pacientes. En este sentido, el control vectorial es el mecanismo más importante que se utiliza para prevenir el contacto entre las personas y el parásito (Moo-Millán *et al.*, 2023).

Los triatominos tienen un comportamiento importante durante el ciclo de transmisión, ya que durante el proceso de alimentación tienden a defecar, este comportamiento tiene importantes implicaciones en la transmisión del

parásito, lo que aumenta significativamente el riesgo de infección para los hospederos. Debido a la importancia que tienen estos comportamientos en los ciclos de transmisión de la enfermedad, diferentes estudios han abordado investigaciones sobre la competencia vectorial en triatomíneos, explorando tanto aspectos de su comportamiento alimenticio como con su patrón de defecación (Pereyra *et al.*, 2019).

En los últimos años diferentes estudios han descrito los efectos de *T. cruzi* en diferentes especies de triatomíneos, desde aspectos de la sobrevivencia, el desarrollo ontogenético, el comportamiento y diferentes procesos fisiológicos (Eichler y Schaub, 2002; Botto-Mahan *et al.*, 2006; Schaub, 2006; Botto-Mahan *et al.*, 2008; Schaub, 2009; Vallejo *et al.*, 2009; Elliot *et al.*, 2015; Marlière *et al.*, 2015; Escalante-Talavera, 2021). Sin embargo, los estudios de comportamiento de alimentación/ defecación asociada con la infección por *T. cruzi* en diferentes especies de triatomíneos han sido realizados de forma aislada. En este contexto y considerando el modo de transmisión de *T. cruzi*, resulta de gran relevancia epidemiológica determinar los posibles efectos de la infección con *T. cruzi* sobre los patrones de alimentación y defecación de *T. dimidiata*, principal vector de la enfermedad de Chagas en América Latina.

OBJETIVOS

General

- Determinar el efecto de *Trypanosoma cruzi* en los patrones de alimentación y defecación en *Triatoma dimidiata*.

Específicos

- Determinar las posibles diferencias entre *T. dimidiata* infectados y no infectados con *T. cruzi* en los patrones de alimentación.
- Determinar las posibles diferencias entre *T. dimidiata* infectados y no infectados con *T. cruzi* en los patrones de defecación.
- Comparar los patrones de alimentación y defecación en *T. dimidiata* infectados y no infectados con *T. cruzi*

HIPOTESIS

La infección por *T. cruzi* modifica los patrones de alimentación y defecación en *T. dimidiata*

FUNDAMENTO TEÓRICO

Generalidades Enfermedad de Chagas (EC)

La EC es causada por el parásito *Trypanosoma cruzi* (Kinetoplastida: Trypanosomatidae), este parásito es principalmente transmitido a través de las heces contaminadas de vectores hematófagos de la subfamilia Triatominae. *T. cruzi* es originario de América Latina y es considerado un parásito importante de Salud Pública (Rassi *et al.*, 2010; Pérez-Molina & Molina, 2018). Este parásito, presenta un ciclo biológico complejo de alternancia entre un hospedero vertebrado y un insecto vector (Palau, 2000; De Fuentes-Vicente *et al.*, 2019) lo que lo hace un parasito complejo en su ciclo biológico, debido a las interacciones que presenta con diferentes hospederos silvestres y domésticos que influyen en los ciclos de transmisión del parásito (Villalobos, 2019).

Clínicamente, la EC presenta dos fases llamadas: fase aguda y fase crónica. La fase aguda, dura entre 4 y 8 semanas después de la infección inicial, y se caracteriza por la presencia de parásitos en la sangre de los pacientes (Ballesteros-Rodea *et al.*, 2018). Generalmente, durante esta fase, no se presentan síntomas o éstos son leves y no específicos. En la fase crónica, los parásitos permanecen ocultos en el organismo, y no se presentan signos clínicos o físicos. Sin embargo, con el paso de los años, los pacientes desarrollan síntomas clínicos, generalmente alteraciones cardiacas en un 40% de los casos y alteraciones digestivas o neurológicas en un 10% de los casos (WHO, 2024).

Actualmente no se cuenta con una vacuna eficaz, y los medicamentos existentes (Benznidazol y Nifurtimox) son parcialmente eficaces, siendo poco efectivos en la fase crónica (60%) y se encuentran contraindicados para algunos pacientes (Murillo-Godínez, 2018). Por lo tanto, el control de esta

enfermedad reside principalmente en la eliminación de las poblaciones de los vectores por medio de control químico (uso de insecticidas). Sin embargo, esta estrategia tiene como inconveniente su insostenibilidad a mediano plazo, y se ha detectado que por el uso desmedido del control químico se han detectado poblaciones de triatominos resistentes a insecticidas (May-Concha *et al.*, 2020). Ante esta problemática, se reconoce la importancia de desarrollar estrategias de control basadas en una comprensión integral de la ecología de los vectores transmisores de la EC (Waleckx *et al.*, 2015).

Vector de la enfermedad de Chagas

En la península de Yucatán, el vector principal de *T. cruzi* es *Triatoma dimidiata*, esta especie se extiende desde Colombia hasta el sur de México (Dorn *et al.*, 2007). Si bien *T. dimidiata* puede colonizar casas en algunas regiones, también presenta un comportamiento intrusivo en múltiples regiones y particularmente en Yucatán (Waleckx *et al.*, 2015). En esta región, ubicada en el sur de México, vive principalmente en hábitats selváticos y, en menor medida, en peridomésticos, pero con frecuencia ingresa dentro de los hogares, de forma estacional, sin establecer grandes colonias (Waleckx *et al.*, 2016; Dumonteil *et al.*, 2002; Gourbiere *et al.*, 2008).

T. dimidiata es una especie que se distribuye principalmente en ambientes selváticos. Por lo general, suele encontrarse en nidos de aves, madrigueras de mamíferos, cuevas, agujeros, debajo de rocas, en raíces y en hojas de palmeras, dependiendo del ecotopo de distribución. En ambientes domésticos y peri-domésticos se le puede observar en rocas, grietas de paredes, en los muebles, en sitios de almacenamiento de madera o leña y en lugares de descanso de animales domésticos o sinantrópicos (Reyes-Novelo *et al.*, 2011). Su comportamiento de dispersión y búsqueda de hospedero es de hábitos nocturnos. Es principalmente hematófago aunque, también puede alimentarse de otras chinches hematófagas y otros

insectos, inclusive de sus heces (coprofagia) (Zeledon, 1981). Se alimenta de la sangre de una gran variedad de vertebrados incluyendo mamíferos, aves y anfibios. Aunque anteriormente se reconoció al ave como principal fuente alimenticia (Quintal y Polanco, 1977), en un estudio reciente en Yucatán, destacaron como principales fuentes de alimentación el humano, perro y ganado vacuno (Moo-Millan *et al.*, 2019).

Comportamientos de importancia epidemiológica y capacidad vectorial en Triatominos

Los triatominos tienen un comportamiento estrictamente hematófago (ingesta de sangre) lo cual, le confiere una importancia a nivel epidemiológico, ya que la transmisión vectorial del parásito depende del contacto de heces infectadas del vector con la piel lacerada del hospedero, y este contacto ocurre en general, cuando el insecto defeca mientras se alimenta de un hospedero. En este sentido, la competencia vectorial de los triatominos se asocia directamente, entre otros factores, con los patrones de alimentación-defecación (Pereyra *et al.*, 2019). La capacidad vectorial describe la relación dinámica entre vectores de agentes infecciosos y hospedadores vertebrados combinando factores intrínsecos y extrínsecos de los vectores. Dentro de los primeros se encuentran atributos fisiológicos que determinan la susceptibilidad de infección, capacidad para el desarrollo del patógeno y habilidad de transmitir el patógeno. Los factores extrínsecos se refieren a características ecológicas y comportamentales de los vectores como longevidad, preferencia de hospedador y abundancia (Eldridge y Edman, 2012). Los factores intrínsecos, es decir, habilidad fisiológica de un vector de ser infectado, desarrollar y posteriormente transmitir un agente patógeno constituye la competencia vectorial (Quintero-Gil *et al.*, 2010; Eldridge y Edman, 2012; WHO, 2018).

Diferentes estudios han abordado la competencia vectorial en triatominos, desde el contexto de los patrones de excreción/defecación (Wood, 1951; Días, 1956; Zeledón *et al.*, 1977; Kirk y Schofield, 1987; Trumper y Gorla, 1991; Diotaiuti *et al.*, 1995; Crocco y Catalá, 1996; Braga y Lima, 1999; Nattero *et al.*, 2002; Almeida *et al.*, 2005; Rodríguez *et al.*, 2004; Reisenman *et al.*, 2011; Lobbia *et al.*, 2018). Sin embargo, a pesar de la cantidad de estudios sobre los patrones de alimentación y defecación hasta el momento no hay estudios en la especie *T. dimidiata*.

La infección con *Trypanosoma cruzi*

La presencia del parásito en el interior del vector puede modificar una amplia gama de procesos fisiológicos del insecto (De Fuentes-Vicente *et al.*, 2018). En triatominos, los estudios sobre el efecto de *T. cruzi* se han focalizado principalmente en los efectos patológicos sobre órganos, el desarrollo ontogenético, la supervivencia, la reproducción y las reservas energéticas (May-Concha *et al.*, 2022). Aunque, recientemente han empezado a surgir trabajos de investigación sobre los efectos de *T. cruzi* sobre la supervivencia, el desarrollo ontogenético, el comportamiento y diferentes procesos fisiológicos en diferentes especies de triatominos (De Fuentes Vicente *et al.*, 2018; Pereyra *et al.*, 2019; Depickère *et al.*, 2019, Uc-Diaz, 2020; May-Concha *et al.*, 2022), el efecto de *T. cruzi* en los patrones de alimentación y defecación en *Triatoma dimidiata* es inexistente.

En este contexto, a pesar de la cantidad de estudios sobre los patrones de alimentación y defecación realizados en diferentes especies de triatominos y algunos estudios pioneros sobre el efecto de *T. cruzi* en los triatominos. Hasta el momento ningún estudio, en la especie *T. dimidiata*, ha analizado el efecto de la infección de *T. cruzi* sobre los patrones de alimentación y defecación. Por tal razón, el presente plan de investigación es pionero.

DESARROLLO DEL PROYECTO

Material entomológico

Se utilizaron insectos de quinto estadio de la especie *Triatoma dimidiata* de primera generación de la colonia del laboratorio de Parasitología del CIR Dr. Hideyo Noguchi, criados bajo condiciones controladas ($27^{\circ} \pm 2^{\circ} \text{C}$, 75 % de humedad relativa, fotoperiodo de 12:12) dentro del área de insectario de la Unidad de Experimentación Animal, CIR-UADY. Los insectos fueron mantenidos bajo condiciones controladas y alimentados cada semana con paloma (*Columba livia*) hasta la formación de grupos infectados y no infectados.

Infección de los triatominos y formación de los grupos experimentales

Se trabajó con el parásito *T. cruzi* (cepa Tc1: V aislada de vector), mantenido por transmisiones cíclicas de manera estandarizada por inoculación intraperitoneal (IP) en ratones adultos (hembras) cepa BALB/c. Para el establecimiento de los grupos de experimentación (*T. dimidiata* infectados/no infectados), se utilizaron ratones adultos (hembras) de la cepa BALB/c sanos e infectados con *T. cruzi* provenientes del bioterio del CIR-UADY.

Un grupo de 30 triatominos de tercer estadio fueron alimentados *ad libitum* sobre ratón infectado, dentro de una caja plástica cubierta con tela de tul o tergal, sujeta por una liga. El ratón infectado se mantuvo con movilidad restringida por una pequeña jaula. Transcurridos 20 días después de la infección de los insectos, se evaluó la parasitemia de cada insecto mediante análisis microscópico de las heces a una magnificación de 400x (May-Concha *et al.*, 2022). Aquellos triatominos que resultaron positivos a la

infección formaron parte del grupo tratamiento (insectos infectados) y los triatominos que no adquirieron el parásito en esta temporalidad, fueron descartados.

Los insectos del grupo control se alimentaron bajo las mismas condiciones en ratones no infectados. Se alimentaron 30 triatominos de tercer estadio sobre ratón no infectado. De esta manera se conformaron dos grupos experimentales: insectos infectados (I) e insectos no infectados (NI). Ambos grupos experimentales (I y NI) se mantuvieron en condiciones controladas de cría y se alimentaron semanalmente con paloma hasta alcanzar el quinto estadio.

Parámetros de medición en los patrones de alimentación de alimentación y defecación

Antes de iniciar el proceso de alimentación, los insectos de quinto estadio ninfal, fueron pesados con la ayuda de una balanza analítica (Ohaus®), precisión $\pm 0.001\text{g}$. Posteriormente, cada insecto fue colocado en un recipiente cilíndrico con una tira de cartón, la cual le sirvió al insecto para facilitar su alimentación.

Para el proceso de alimentación se usó una paloma con movimiento restringido sobre un dispositivo que mantuvo su superficie ventral expuesta. El recipiente cilíndrico donde se encontraban los insectos fue puesto sobre la superficie ventral de la paloma, esto le permitió al insecto acercarse, acceder a la piel de la paloma y alimentarse hasta que adquirió el alimento necesario. Más adelante, se mencionan las diferentes variables que se registraron para determinar los patrones de alimentación.

Una vez finalizada la alimentación, cada individuo se pesó y fue colocado en una caja Petri, la cual tenía como sustrato un papel de filtro circular de 9 cm de diámetro. Durante una hora el insecto permaneció en la

caja Petri y se tomaron diferentes parámetros durante la observación. Los parámetros registrados, fueron las deyecciones y el tiempo en que ocurren. Después de una hora de observación, el insecto nuevamente fue pesado.

Durante el proceso experimental de alimentación y defecación de los insectos, se registraron las siguientes variables de acuerdo con un estudio realizado por Pereyra y colaboradores (2019):

❖ Previo a la alimentación:

- **Pi (g):** peso del insecto antes de la alimentación.

❖ Durante la alimentación:

- **Tiempo de ataque (min):** el tiempo que transcurre desde que se ubica el insecto en alimentador hasta que apoya su probóscide sobre la paloma por primera vez.
- **Tiempo de alimentación (T1) (min):** el tiempo que transcurre el insecto ingiriendo sangre.
- **Número de contactos:** suma de los eventos de alimentación y los intentos de alimentación.
- **Número de deyecciones durante la alimentación.**
- **Pd (g):** peso de las deyecciones durante la alimentación.

❖ Post-alimentación:

- **Pf (g):** peso del insecto después de la alimentación.

- **Peso de ingesta (Pal) (g):** peso de la sangre ingerida durante la alimentación (g). $Pal = Pf + Pd - Pi$
- **Ganancia de peso (Gp):** peso de sangre ingerida relativizado al peso inicial del insecto. $Gp = Pal / Pi$
- **Tasa de alimentación (Ta) (g/min):** peso de sangre ingerida relativizada al tiempo real de alimentación. Representa la cantidad de sangre que ingiere por minuto de alimentación. $Ta = Pal / T1$
- **Tiempo de la primera deyección:** tiempo que transcurre desde el fin de la alimentación hasta la aparición de la primera gota fecal.
- **Número de deyecciones durante la primera hora post-alimentación**
- **Pph (g):** peso del insecto una hora post-alimentación.
- **Peso de las deyecciones totales emitidas durante la primer hora post alimentación (Pdh).** $Pdh = Pf - Ph(g)$

Análisis estadístico

Los análisis estadísticos se realizaron mediante una prueba de Wilcoxon, la cual permitió comparar las diferencias entre insectos no infectados e infectados con *T. cruzi* de acuerdo a las variables analizadas: peso inicial; tiempo de ataque, número de contactos, tiempo de alimentación, peso de ingesta, ganancia de peso, tasa de alimentación, tiempo de la primera deyección, peso de deyecciones, peso de deyecciones relativizado al peso de la ingesta, número acumulado de deyecciones por insecto a los 60 min post-alimentación. Las diferencias estadísticas se consideraron significativas con un valor de $P < 0.05$. Los análisis se realizaron mediante el paquete estadístico R (v.4.1.2).

RESULTADOS Y DISCUSIONES

Los resultados obtenidos durante la pre-alimentación (Figura 1), indicaron que los individuos infectados no presentan una diferencia significativa en el peso inicial en comparación con los insectos no infectados ($W = 198.5$, $P = 0.9783$). Estos resultados permitieron determinar que los insectos evaluados durante el estudio presentaban un tamaño corporal homogéneo. Además, es importante resaltar que ambos grupos experimentales fueron mantenidos bajo las mismas condiciones de laboratorio (e.g. temperatura, humedad y fotoperiodo). Sin embargo, en un trabajo realizado con *T. infestans*, encontraron diferencias en el peso inicial entre insectos infectados y no infectados, ellos atribuyen esta diferencia, por factores de la infección con *T. cruzi*, indicando que el parásito ejerció un efecto sobre el desarrollo de los insectos desde que fueron infectados hasta el momento de la alimentación experimental, período durante el cual ocurrieron dos eventos de muda (Pereyra *et al.*, 2019)..

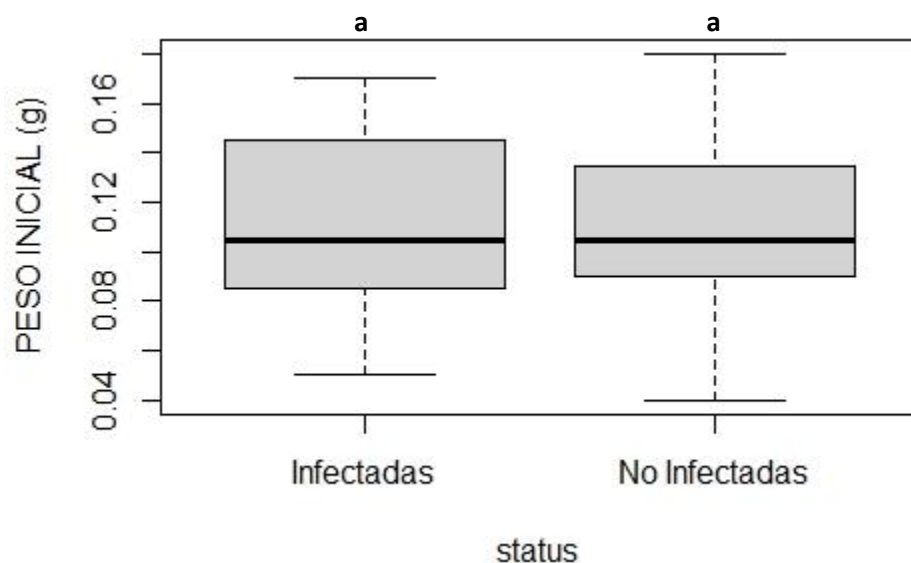


Figura 1. Análisis del peso inicial en *T. dimidiata* infectados y no infectados con *T. cruzi*. La longitud de la caja representa la diferencia entre percentiles y se conoce como rango intercuartílico, los bigotes en cada caja representan la varianza esperada de los datos ambas variables, ambas variables indican la variabilidad de los datos analizados. La mediana indica los datos que se encuentran por arriba o por debajo de la tendencia central. Las letras iguales en la figura indican que no hay diferencias significativas entre los grupos analizados ($P \leq 0.05$).

En la Tabla 1 se puede observar el análisis estadístico que demuestra que en general durante el proceso de alimentación, no se observaron diferencias significativas entre insectos infectado y no infectados en los análisis realizados para las variables contactos, tiempo de alimentación y peso de las deyecciones.

Tabla 1. Valores de los análisis estadísticos observados en las variables contactos, tiempo de alimentación y peso de las deyecciones. Los análisis comparan las diferencias entre insectos infectados y no infectados de las variables analizadas. La W representa el valor estadístico de la prueba de Wilcoxon. El valor de P representa la significancia estadística del análisis.

Variable	Análisis estadístico
Contactos	(W = 135.5, $P \leq 0.0803$)
Tiempo de alimentación	(W = 180, $P \leq 0.6017$)
Peso de las deyecciones	(W = 188.5, $P \leq 0.7561$)

Durante la alimentación, el tiempo de ataque entre insectos infectados y no infectados presentó una diferencia significativa (Figura 2, W = 84, $P \leq 0.001291$), siendo los insectos infectados los que presentaron el menor tiempo de ataque en comparación con los insectos no infectados. Estos resultados contrastan con los encontrados con las especies *Mepraia spinolai* y *Rhodnius robustus*, donde los insectos infectados son los que presentaron el mayor tiempo de ataque (Schaub, 1992; Botto-Mahan *et al.* 2006). Por otro lado, en un estudio realizado por Pereyra y colaboradores en el 2019, no se encontraron diferencias en el tiempo de ataque entre insectos infectados y no infectados de la especie *T. infestans*. Estas diferencias pueden estar asociadas por el tipo de especie bajo estudio, donde cada una tiene una fisiología diferente, además la cepa de *T. cruzi* utilizada en cada estudio, podría estar aportando resultados variables respecto al tiempo de ataque.

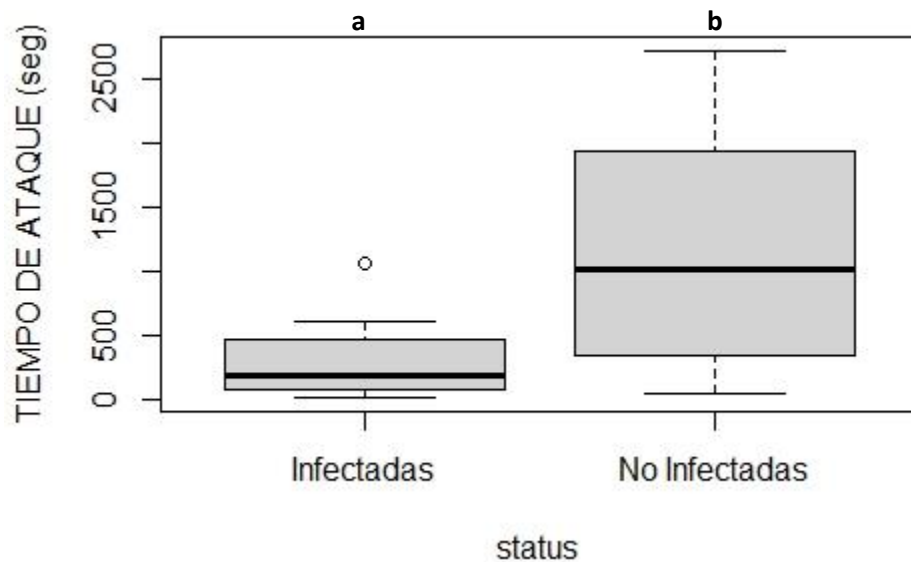


Figura 2. Análisis del tiempo de ataque en *T. dimidiata* infectados y no infectados con *T. cruzi*. La longitud de la caja representa la diferencia entre percentiles y se conoce como rango intercuartílico, los bigotes en cada caja representan la varianza esperada de los datos ambas variables, ambas variables indican la variabilidad de los datos analizados. La mediana indica los datos que se encuentran por arriba o por debajo de la tendencia central. El círculo que se observa fuera de la caja en el grupo infectado indica datos atípicos. Las letras diferentes en la figura indican diferencias significativas entre los grupos analizados ($P \leq 0.05$).

El número de deyecciones durante el proceso de alimentación (Figura 3), presenta diferencias significativas entre insectos infectados y no infectados ($W = 119$, $P \leq 0.02499$), siendo los insectos infectados los que presentaron el menor número de deyecciones respecto a los insectos no infectados. Estos mismos resultados fueron observados en la especie *R. prolixus* donde se demostró que los insectos infectados tuvieron el menor número de deyecciones en comparación con los insectos no infectados (Takano-Lee y Edman, 2002). El número de deyecciones que emite un

insecto en un periodo de tiempo es un parámetro importante en los ciclos de transmisión ya que determina el número de veces que el insecto está liberando el parásito a través de las deyecciones durante la alimentación. Aun cuando el número de deyecciones en insectos infectados es menor en comparación con los insectos no infectados, es importante resaltar que si las deyecciones ocurren durante la alimentación aun cuando el número de deyecciones sea menor, existe una alta probabilidad de transmitir *T. cruzi* al hospedero (Zeledón *et al.*, 1977).

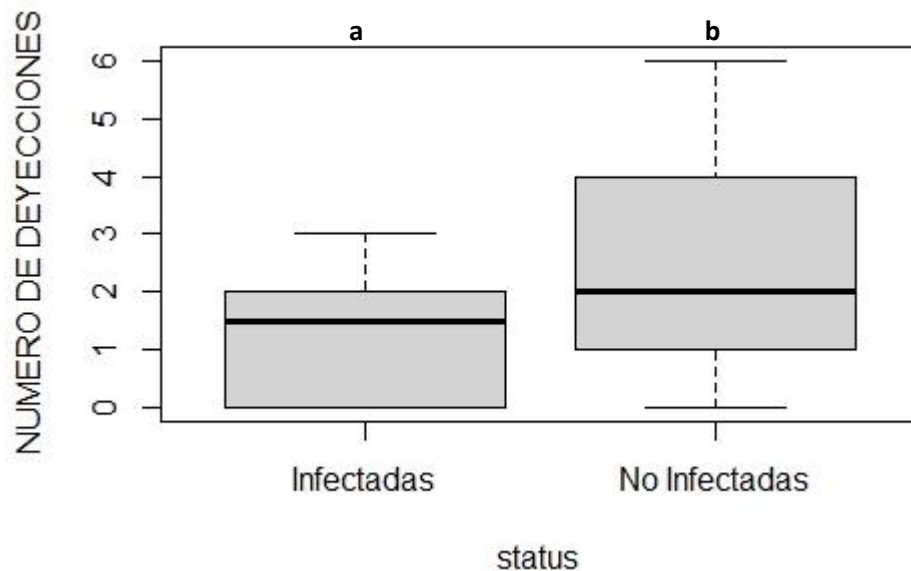


Figura 3. Análisis del número de deyecciones de *T. dimidiata* infectados y no infectados con *T. cruzi*. La longitud de la caja representa la diferencia entre percentiles y se conoce como rango intercuartílico, los bigotes en cada caja representan la varianza esperada de los datos ambas variables, ambas variables indican la variabilidad de los datos analizados. La mediana indica los datos que se encuentran por arriba o por debajo de la tendencia central. Las letras diferentes en la figura indican diferencias significativas entre los grupos analizados ($P \leq 0.05$).

Post-alimentación

Como primer paso se realizó un análisis descriptivo de las variables analizadas (Tabla 2), lo que permitió observar los valores de las medias y los errores estándar de las variables registradas durante la hora post-alimentación en insectos infectados y no infectados.

Tabla 2. Valores del análisis estadístico descriptivo, observados durante el comportamiento post-hora de alimentación en insectos infectados y no infectados. La DE representa los valores de la desviación estándar de las variables analizadas. La n representa el número de insectos analizados en cada variable.

	Infectados (n=20) Media ± DE	No infectados (n=20) Media ± DE
Peso final (gr)	0.45 ± 0.22	0.32 ± 0.12
Tiempo primera deyección (seg.)	521.60 ± 515.40	1461.85 ± 915.48
Peso de ingesta (g)	0.35 ± 0.22	0.22 ± 0.11
Ganancia de peso	3.30 ± 2.21	2.28 ± 1.60
Numero de deyecciones	2.55 ± 1.57	3.10 ± 1.65
Peso post-hora (g)	0.43 ± 0.21	0.29 ± 0.12

La Tabla 3 muestra los resultados obtenidos una hora post-alimentación de las variables peso de ingesta, ganancia de peso, numero de deyecciones, peso deyecciones. Los análisis comparativos entre insectos infectados y no infectados no mostraron diferencias significativas en las variables analizadas ($P \leq 0.05$).

Tabla 3. Valores de los análisis estadísticos observados en las variables peso de ingesta, ganancia de peso, numero de deyecciones, peso deyecciones post-hora de la alimentación. Los análisis comparan las diferencias entre insectos infectados y no infectados de las variables analizadas. La W representa el valor estadístico de la prueba de Wilcoxon. El valor de P representa la significancia estadística del análisis.

Post-alimentación	Análisis estadístico
Peso de ingesta	(W = 271.5, $P \leq 0.0547$)
Ganancia de peso	(W = 266, $P \leq 0.0763$)
Numero de deyecciones	(W = 167.5, $P \leq 0.3765$)
Peso de las deyecciones post-hora	(W = 175, $P = 0.4987$)

La comparación entre insectos infectados y no infectados de la variable peso final y peso post hora de alimentación se muestran en la figura 4 y 5, respectivamente. El análisis demuestra que los insectos infectados presentaron mayor peso final con respecto a los insectos no infectados (W = 277, $P \leq 0.03842$). Además, la variable peso de los insectos post hora de alimentación (Figura 5) también demostró que los insectos infectados presentaron el mayor peso post hora de alimentación en comparación con los insectos no infectados (W = 278.5, $P \leq 0.0348$). Estos resultados, podrían hipotetizar que los insectos infectados compensarían la competencia por nutrientes como un mecanismo de reserva del alimento ingerido, tal como lo sugirió Marliere y colaboradores (2015). Esto conlleva una respuesta compensatoria del vector lo que le permite preservar su peso. Por otro lado, no se descarta la hipótesis de que el parásito tiene un efecto sobre el procesamiento del alimento ingerido independientemente de la posible competencia por los nutrientes como lo ha sugerido Pereyra y colaboradores (2019).

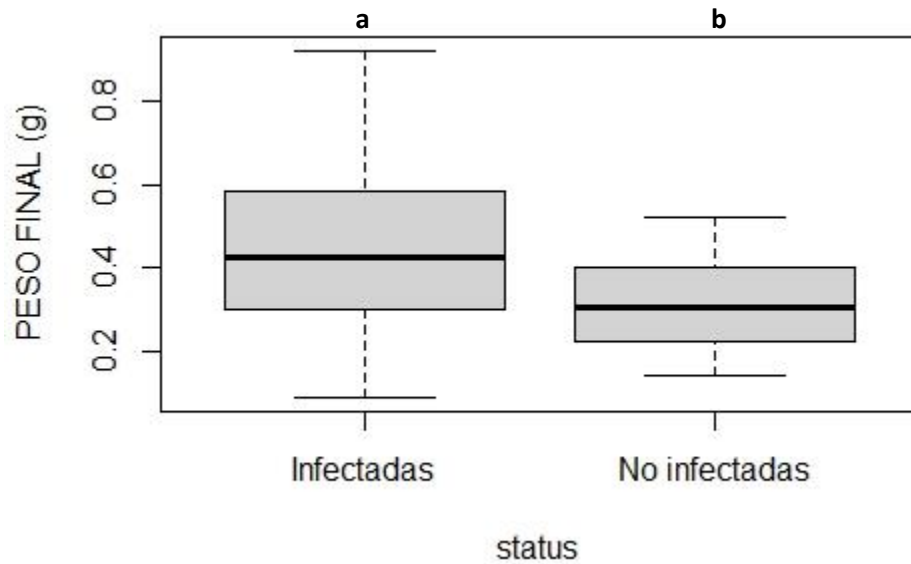


Figura 4. Análisis del peso final de *T. dimidiata* infectados y no infectados con *T. cruzi*. La longitud de la caja representa la diferencia entre percentiles y se conoce como rango intercuartílico, los bigotes en cada caja representan la varianza esperada de los datos ambas variables, ambas variables indican la variabilidad de los datos analizados. La mediana indica los datos que se encuentran por arriba o por debajo de la tendencia central. Las letras diferentes en la figura indican diferencias significativas entre los grupos analizados ($P \leq 0.05$).

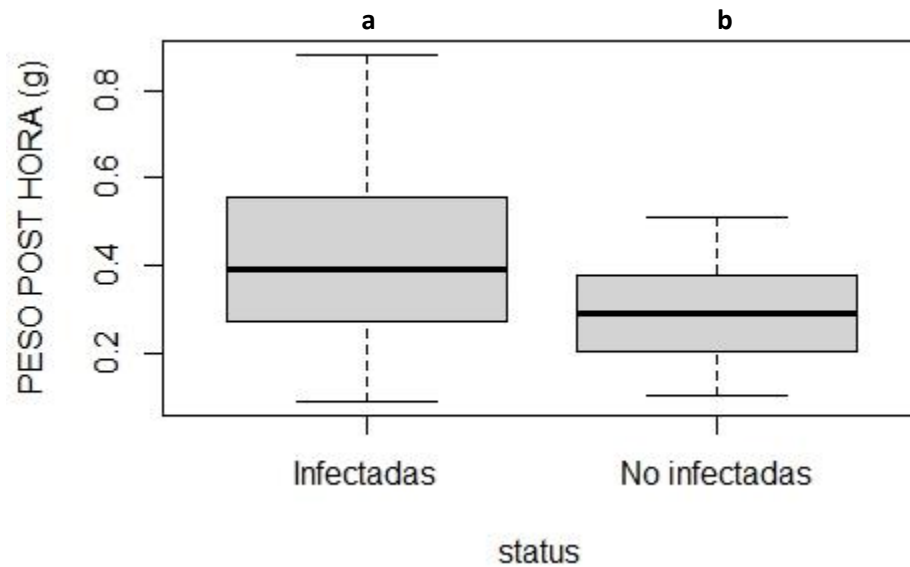


Figura 5. Análisis del peso post-hora en *T. dimidiata* infectados y no infectados con *T. cruzi*. La longitud de la caja representa la diferencia entre percentiles y se conoce como rango intercuartílico, los bigotes en cada caja representan la varianza esperada de los datos ambas variables, ambas variables indican la variabilidad de los datos analizados. La mediana indica los datos que se encuentran por arriba o por debajo de la tendencia central. Las letras diferentes en la figura indican diferencias significativas entre los grupos analizados ($P \leq 0.05$).

Los análisis del tiempo medio de la primera defecación entre insectos infectados y no infectados se muestran en la figura 6. Se observaron diferencias significativas entre los dos grupos analizados ($W = 78$, $P \leq 0.0010$), siendo los insectos no infectados los que tardan el doble de tiempo para comenzar a defecar con respecto a los insectos infectados. Es importante resaltar que los insectos infectados realizaron la primera deyección dentro de los 10 minutos post-alimentación. Zeledón y colaboradores (1977), mencionaron que una especie que defeca dentro de los primeros diez minutos de terminada la alimentación tiene altas probabilidades de transmitir el parásito al hospedero. Estos mismos resultados fueron observados por Pereyra y colaboradores (2019), donde

mencionaron que los insectos infectados la primera deyección la realizaron a los 4.47 min antes que los insectos no infectados. Los resultados obtenidos demuestran que *T. cruzi* afecta el patrón de defecación en *T. dimidiata*, y lo hizo en un sentido que aumentó la probabilidad de contacto de las heces infectadas con el hospedero. En otras palabras, aumenta la probabilidad de transmisión del parásito.

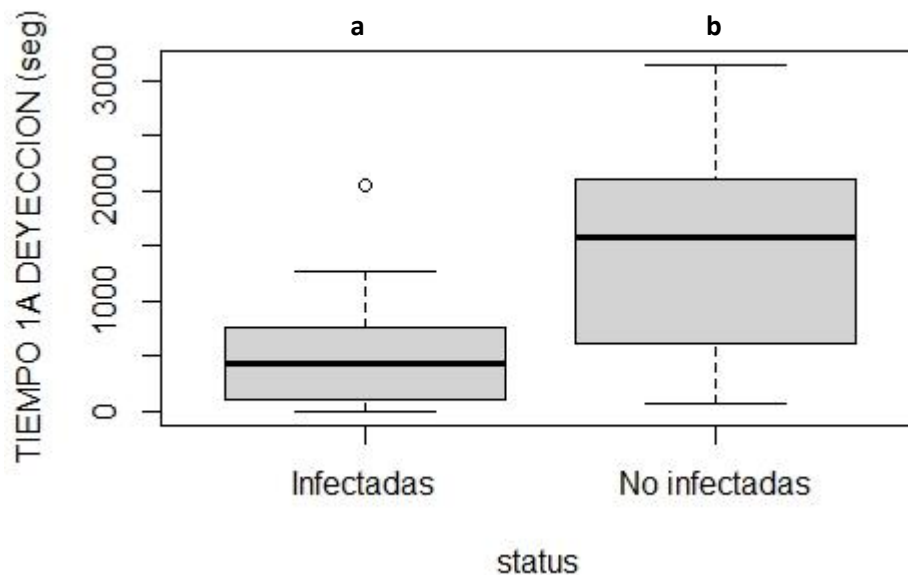


Figura 6. Análisis del tiempo de la primera deyección en *T. dimidiata* infectados y no infectados con *T. cruzi*. La longitud de la caja representa la diferencia entre percentiles y se conoce como rango intercuartílico, los bigotes en cada caja representan la varianza esperada de los datos ambas variables, ambas variables indican la variabilidad de los datos analizados. La mediana indica los datos que se encuentran por arriba o por debajo de la tendencia central. Las letras diferentes en la figura indican diferencias significativas entre los grupos analizados ($P \leq 0.05$).

CONCLUSIÓN

El presente trabajo demostró que *T. cruzi* modificó la dinámica del proceso de alimentación/defecación en *T. dimidiata*, en un sentido que posibilita la probabilidad de contacto entre heces infectadas y el mamífero. Estas modificaciones, pueden tener implicaciones importantes en la epidemiología de la enfermedad de Chagas, ya que facilita la transmisión del parásito a los seres humanos y otros hospederos vertebrados. Por lo tanto, conocer los patrones de alimentación y defecación entre insectos infectados y no infectados permiten tener un mejor panorama en los ciclos de transmisión de la enfermedad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Almeida CE., Folly-Ramos E., Agapito-Souza R., Magno-Esperança G., Pacheco RS. & Costa J. (2005). *Triatoma rubrovaria* (Blanchard, 1843) (Hemiptera-Reduviidae-Triatominae) IV: bionomic aspects on the vector capacity of nymphs. *Mem Inst Oswaldo Cruz*. 100(3):231-235.
- Arnal A., Waleckx E., Rico-Chávez O., Herrera C. & Dumonteil E. (2019). Estimating the current burden of Chagas disease in Mexico: A systematic review and meta-analysis of epidemiological surveys from 2006 to 2017. *PLoS Negl Trop Dis*. 13(4):e0006859.
- Ballesteros-Rodea G., Martínez-Cuevas T., Jiménez-Ramos B. & Antonio-Campos A. (2018). Chagas disease: an overview of diagnosis. *Microbiol Exp*, 6(3): 151–157.
- Botto-Mahan C., Cattán P. E. & Medel R. (2006). Chagas disease parasite induces behavioural changes in the kissing bug *Mepraia spinolai*. *Acta Tropica*, 98(3): 219–223.
- Botto-Mahan C., Ossa CG. & Medel R. (2008). Direct and indirect pathways of fitness-impact in a protozoan-infected kissing bug. *Physiological Entomology*, 33(1): 25-30.
- Braga MV., & Lima MM. (1999). Feeding and defecation patterns of nymphs of *Triatoma rubrofasciata* (De Geer, 1773) (Hemiptera: Reduviidae), and its potential role as vector for *Trypanosoma cruzi*. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 94(1): 127-129.
- Crocco LB. & Catalá SS. (1996). Feeding and defecation patterns in *Triatoma sordida*. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 91(4):409-413.

- De Fuentes-Vicente JA., Gutiérrez-Cabrera AE., Flores-Villegas AL., Lowenberger C., Benelli G., Salazar-Schettino PM. & Córdoba-Aguilar A. (2018). What makes an effective Chagas disease vector? Factors underlying *Trypanosoma cruzi*-triatomine interactions. *Acta Tropica*, 183:23-31.
- De Fuentes-Vicente JA., Vidal-López DG., Flores-Villegas AL., Moreno-Rodríguez A., De Alba-Alvarado MC., Salazar-Schettino PM., Rodríguez-López MH. & Gutiérrez-Cabrera AE. (2019). *Trypanosoma cruzi*: a review of biological and methodological factors in Mexican strains. *Acta Tropica*. 195:51-57.
- Depickère S., Ramírez-Ávila GM. & Deneubourg JL. (2019). Alteration of the aggregation and spatial organization of the vector of Chagas disease, *Triatoma infestans*, by the parasite *Trypanosoma cruzi*. *Scientific reports*, 9(1), 17432.
- Dias E. (1956). Observação sobre eliminação de dejeções e tempo de sucçãoem algún triatomíneos sulamericanos. *Mem. Inst. Oswaldo Cruz* 54: 115-124.
- Diotaiuti L., Pereira AS., Loiola CF., Fernandes AJ., Schofield JC., Dujardin JP., Dias JC. & Chiari E. (1995). Inter-relation of sylvatic and domestic transmission of *Trypanosoma cruzi* in areas with and without domestic vectorial transmission in Minas Gerais, Brazil. *Mem Inst Oswaldo Cruz*. 90(4):443-448.
- Dorn PL., Monroy C. & Curtis A. (2007). *Triatoma dimidiata* (Latreille, 1811): a review of its diversity across its geographic range and the relationship among populations. *Infect Genet Evol.* 7:343–52.

- Dumonteil, E., Gourbière, S., Barrera-Pérez, M., Rodríguez-Félix, E., Ruiz-Piña, H., Baños-Lopez, O., & Rabinovich, J. E. (2002). Geographic distribution of *Triatoma dimidiata* and transmission dynamics of *Trypanosoma cruzi* in the Yucatan peninsula of Mexico. *The American journal of tropical medicine and hygiene*, 67(2), 176-183.
- Eichler S. & Schaub GA. (2002). Development of symbionts in triatomine bugs and the effects of infections with trypanosomatids. *Experimental Parasitology*, 100(1): 17-27.
- Eldridge BF. & Edman JD. (Eds.). (2012). Medical entomology: a textbook on public health and veterinary problems caused by arthropods. Springer Science & Business Media.
- Elliot, S. L., Rodrigues, J. de O., Lorenzo, M. G., Martins-Filho, O. A., y Guarneri, A. A. (2015). *Trypanosoma cruzi*, Etiological Agent of Chagas Disease, Is Virulent to Its Triatomine Vector *Rhodnius prolixus* in a Temperature-Dependent Manner. *PLoS Neglected Tropical Diseases*, 9(3): 1-14.
- Elliot SL., Rodrigues JdeO., Lorenzo MG., Martins-Filho OA. & Guarneri AA. (2015). *Trypanosoma cruzi* etiological agent of Chagas disease, is virulent to its triatomine vector *Rhodnius prolixus* in a temperature-dependent manner. *PLoS One*, 9.
- Escalante-Talavera MJ. (2021). Morfología sensorial de diferentes poblaciones de *Triatoma dimidiata* (Hemiptera: Reduviidae: Triatominae) infectados y no infectados con *Trypanosoma cruzi*. (Tesis de licenciatura, no publicada). Instituto Tecnológico de Conkal.
- Gourbiere S., Dumonteil E., Rabinovich JE., Minkoue R. & Menu F. (2008). Demographic and dispersal constraints for domestic infestation by non-domiciliated Chagas disease vectors in the Yucatán Peninsula, Mexico. *Am J Trop Med Hyg*. 78:133–9.

- Ibarra-Cerdeña CN., González-Martínez A., Valdez-Tah AR., Chi-Méndez CG., Castillo-Burguete MT. & Ramsey JM. (2020). Tackling Exposure to Chagas Disease in the Yucatan from a Human Ecology Perspective. Culture, Environment and Health in the Yucatan Peninsula, A Human Ecology Perspective. Chapter 16, p. 293-309.
- Kirk ML. & Schofield CJ. (1987). Density-dependent timing of defecation by *Rhodnius prolixus*, and its implications for the transmission of *Trypanosoma cruzi*. Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene, 81, 348-349.
- Lobbia P., Calcagno J. & Mougabure-Cueto G. (2018). Excretion/defecation patterns in *Triatoma infestans* populations that are, respectively, susceptible and resistant to deltamethrin. *Medical and veterinary entomology*, 31, 311-322.
- Marlière NP., Latorre-Estivalis JM., Lorenzo MG., Carrasco D., Alves-Silva J., Rodrigues JdeO. & Guarneri, A. A. (2015). Trypanosomes modify the behavior of their insect hosts: effects on locomotion and on the expression of a related gene. *PLoS Neglected Tropical Diseases*, 20: e0003973.
- May-Concha IJ., Remón C. & Mougabure-Cueto G. (2020). Behavioral response mediated by feces in *Triatoma infestans* (Hemiptera: Reduviidae: triatominae) susceptible and resistant to deltamethrin. *Acta Trop.* 206:105442.
- May-Concha IJ., Escalante-Talavera MJ., Dujardin JP. & Waleckx E. (2022). Does *Trypanosoma cruzi* (Chagas, 1909) (Kinetoplastida: Trypanosomatidae) modify the antennal phenotype of *Triatoma dimidiata* (Latreille, 1811) (Hemiptera: Triatominae)? *Parasit Vectors.* 15(1):466.

Moo-Millán JI., Arnal A., Pérez-Carrillo S., Hernandez-Andrade A., Ramírez-Sierra MJ., Rosado-Vallado M., Dumonteil E. & Waleckx E. (2019). Disentangling *Trypanosoma cruzi* transmission cycle dynamics through the identification of blood meal sources of natural populations of *Triatoma dimidiata* in Yucatán, Mexico. *Parasit Vectors*. 29;12(1):572.

Moo-Millan JI., Hernández-Andrade A., May-Concha IJ., Montalvo-Balam TJ., Arnal A., Talavera-Escalante MJ., Amblard-Rambert A., Martínez-Vega PP., Ramos-Ligonio Á., Ibarra-Cerdeña CN., Hernández-Betancourt S. & Waleckx E. (2023). Temporal variation of *Triatoma dimidiata* abundance and infection with *Trypanosoma cruzi* in domestic and sylvatic habitats of rural Yucatan, Mexico. *Acta Trop*. 248:107038.

Murillo-Godínez G. (2018). "Enfermedad de Chagas (*Tripanosomiasis americana*)."
Medicina Interna de México, 34(6): 959-970.

Nattero J., Crocco LB. & Rodriguez CS. (2002). Feeding and defaecation behaviour of *Triatoma patagonica* (Del Ponte, 1929) (Hemiptera: Reduviidae). *Mem Inst Oswaldo Cruz*. 97(7):1063-1065.

Palau M.T. (2000). Relación hospedero-parásito *Trypanosoma cruzi*. *Revista MVZ-Córdoba* 5(1): 33-37.

Pereyra N., Lobbia PA. & Mougabure-Cueto G. (2019). Effects of the infection with *Trypanosoma cruzi* on the feeding and excretion/defecation patterns of *Triatoma infestans*. *Bull. Entomol. Res*. 24:1-8.

Pérez-Molina JA. & Molina I. (2018). Chagas disease. *The Lancet*. 391: 82-94.

Quintal RE. & Polanco GG. (1977). Feeding preferences of *Triatoma dimidiata maculipennis* in Yucatan, Mexico. *The American journal of tropical medicine and hygiene*. 26:176-178.

- Quintero-Gil DC., Osorio-Benítez JE. & Martínez-Gutiérrez M. (2010). Competencia vectorial: consideraciones entomológicas y su influencia sobre la epidemiología del Dengue. *Iatreia*. 23(2): 146-156
- Rassi A. Jr, Rassi A. & Marin-Neto JA. (2010). Chagas disease. *Lancet*. 375(9723):1, 388-402.
- Reisenman C., Gregory T., Guerenstein PG. & Hildebrand JG. (2011). Feeding and defecation behavior of *Triatoma rubida* (Uhler, 1894) (Hemiptera: Reduviidae) under laboratory conditions and its potential role as a vector of Chagas disease in Arizona, U.S.A. *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*. 85: 648-656.
- Reyes-Novelo E., Ruiz-Piña H., Escobedo-Ortegón J. & Barrera-Pérez MA. (2011). Biología y ecología de *Triatoma dimidiata* (Latreille , 1811), algunos aspectos de estudio. *Dugesiana*, 18:11-16.
- Rodríguez CS., Crocco LB. & Nattero J. (2004). Competencia vectorial de *Triatoma guasayana* (Hemiptera: Reduviidae): patrón de alimentación y excreción. *Revista de la Sociedad Entomológica Argentina*, 63:11-16.
- Schaub GA. (1992). The effects of trypanosomatids on insects. *Advances in parasitology*, 31: 255-319.
- Schaub GA. (2006). Parasitogenic alterations of vector behaviour. *International Journal of Medical Microbiology*, 296(1): 37–40.
- Schaub GA. (2009). Interactions of trypanosomatids and triatomines. *Advances in insect physiology*. 37: 177-242.
- Takano-Lee M. & Edman JD. (2002). Lack of manipulation of *Rhodnius prolixus* (Hemiptera: Reduviidae) vector competence by *Trypanosoma cruzi*. *Journal of medical entomology*. 39(1): 44-51.

- Trumper EV. & Gorla DE. (1991). Density-dependent timing of defecation by *Triatoma infestans*. *Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene*. 85: 800-802.
- Uc-Diaz SS. (2020). Efecto de *Trypanosoma cruzi* sobre la selección de hospederos sanguíneos por *Triatoma dimidiata*. Universidad Autónoma de Yucatán, Campus de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. Pp. 65 (BcB Thesis).
- Vallejo GA., Guhl F., & Schaub GA. (2009). Triatominae-*Trypanosoma cruzi*/T. *rangeli*: Vector-parasite interactions. *Acta Tropica*, 110(2-3), 137-147.
- Villalobos G., Nava-Bolaños A., De Fuentes-Vicente JA., Téllez-Rendón JL., Huerta H., Martínez-Hernández F., Rocha-Ortega M., Gutiérrez-Cabrera AE., Ibarra-Cerdeña CN. & Córdoba-Aguilar A. (2019). A reduction in ecological niche for *Trypanosoma cruzi*-infected triatomine bugs. *Parasites Vectors*. 12(1):240.
- Waleckx E., Camara-Mejia J., Ramirez-Sierra MJ., Cruz-Chan V., Rosado-Vallado M., Vazquez-Narvaez S., Najera-Vazquez R., Gourbière S. & Dumonteil E. (2015). An innovative ecohealth intervention for Chagas disease vector control in Yucatan, Mexico. *Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene*, 109(2): 143-149.
- Waleckx E., Pasos-Alquicira R., Ramírez-Sierra MJ. & Dumonteil E. (2016). Sleeping habits affect access to host by Chagas disease vector *Triatoma dimidiata*. *Parasites Vectors*. 9(1):568.
- WHO (2018). Chagas disease (American trypanosomiasis). Disponible en: [http://www.who.int/en/news-room/fact-sheets/detail/chagas-disease-\(american-trypanosomiasis\)](http://www.who.int/en/news-room/fact-sheets/detail/chagas-disease-(american-trypanosomiasis)).

WHO (2024). La Enfermedad de Chagas (Tripanosomiasis americana). Disponible en [https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/chagas-disease-\(american-trypanosomiasis\)](https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/chagas-disease-(american-trypanosomiasis)).

Wood, S. F. (1951). Importance of Feeding and Defecation Times of Insect Vectors in Transmission of Chagas' Disease. *Journal of Economic Entomology*. 44 (1): 52-54.

Zeledon, R. (1981). *Zeledon 81 - Libro T. dimidiata.pdf* (EUNED). San José (Costa Rica).

Zeledon, R., Alvarado, R. & Jiron, L.F. (1977) Observation of the feeding and defecation of three Triatominae species (Hemiptera, Reduviidae). *Acta Tropica*, 34: 65–77.