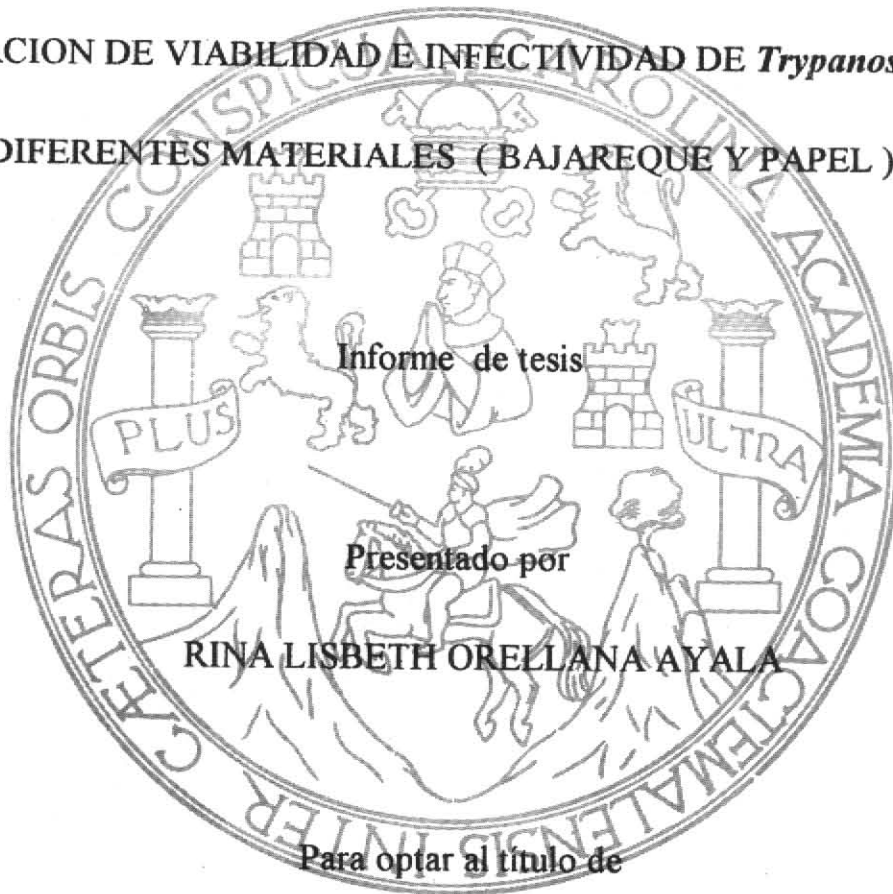


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE CIENCIAS QUIMICAS Y FARMACIA

EVALUACION DE VIABILIDAD E INFECTIVIDAD DE *Trypanosoma cruzi* EN  
DIFERENTES MATERIALES (BAJAREQUE Y PAPEL)



Informe de tesis

Presentado por

RINA LISBETH ORELLANA AYALA

Para optar al título de

QUIMICO BIOLOGO

Guatemala , febrero 1998

06  
T(1869)  
C.41

**JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE CIENCIAS QUIMICAS Y FARMACIA**

<b>DECANO</b>	<b>Lic. JORGE RODOLFO PEREZ FOLGAR</b>
<b>SECRETARIO</b>	<b>Lic. OSCAR FEDERICO NAVE HERRERA</b>
<b>VOCAL I</b>	<b>Lic. MIGUEL ANGEL HERRERA GALVEZ</b>
<b>VOCAL II</b>	<b>Lic. GERARDO LEONEL ARROYO CATALAN</b>
<b>VOCAL III</b>	<b>Lic. RODRIGO HERRERA SAN JOSE</b>
<b>VOCAL IV</b>	<b>Br. HERBERTH RAUL AREVALO ALVARADO</b>
<b>VOCAL V</b>	<b>Br. MANOLA ANLEU FORTUNY</b>

## ACTO QUE DEDICO

**A DIOS NUESTRO SEÑOR.**

**A MIS PADRES:** Lic. Mario Vicente Orellana Rosal.

Virginia Ayala Mendez de Orellana

Por su amor y esfuerzo que agradeceré.

**A MIS HERMANOS:** Edgar Rolando y Norma Judith Orellana Ayala

Con cariño especial.

**A MI ABUELITO:** José Gilberto Orellana G.

Con cariño especial

**A LA MEMORIA DE MIS ABUELITOS:** Manuel de Jesus Ayala Portillo

Ernestina Mendez de Ayala

Victoria Rosal de Orellana

Siempre los recordaré con cariño.

**A MIS PADRINOS:** Salvador Alfaro Cuellar (QEPD).

Trinidad Córdón de Alfaro

Con cariño especial.

**A MIS SOBRINOS:** Roberto Carlos, Héctor R. Casasola Orellana.

Mario Rolando, Carlos Humberto Orellana Medrano.

Edgar Rolando, Saúl Eduardo Orellana Rodriguez.

Con cariño especial.

**A MIS TIOS:** Ronald W. Ayala Mendez (QEPD), Leticia Ayala de León.

Irma Yolanda Ayala de Cabrera, Edgar Orellana Rosal, Carlos

Enrique Orellana Rosal.

Con cariño especial.

**A MI AHIJADA:** Astrid Carolina Bolaños Córdón.

Muequita siempre te recordaré.

**A MIS AMIGOS:** Aquiles y Claudia Bolaños, Claudia Aldana, Lucy Alfaro, Zusetta C.

Margarita B, Felisa E, David Cabrera, Gladys Calderón, Carolina V.

Mildred Mejía, Antonieta Rodas, Edilia Santizo.

Gracias por su amistad.

**ESPECIALMENTE:** José Manuel paredes.

Gracias por tu apoyo y cariño.

**A LA FAMILIA:** Prera Ramos. Orellana Cardona.

**A MIS MAESTROS:** Lic. Jorge R. Pérez Folgar, Gerardo Arroyo C.

Heidi Logemann, Yolanda de Chavez, Luisa Fernanda Barrientos,

Maria del Carmen Bran, Jeannette de Cardona, Ing. Glenda Patricia

García Soria.

Gratitud por sus enseñanzas.

## **AGRADECIMIENTOS**

**A la Licda. Mildred Mejía Godoy, Carlota Monroy, Antonieta Rodas por su asesoría en la elaboración de esta tesis.**

**A la Licda. Evelyn Rodas Pernillo de la Unidad de informática del Instituto de investigaciones ( IIQB), por su valiosa asesoría estadística.**

**Al departamento de Zoología de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia de la Universidad de San Carlos de Guatemala, por haberme brindado la oportunidad de realizar el presente trabajo de investigación.**

**A la Escuela de Química Biológica, Especialmente al Lic. Gerardo Arroyo, Licda. Heidi Logemann, Eugenia de Rivas.**

**A la Agencia de cooperación Internacional del Japón (JICA). Especialmente al Dr. Yuichiro Tabaru, por su colaboración.**

**A la Universidad de San Carlos de Guatemala.**

**A la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia.**

## INDICE

I. Resumen	04
II. Introducción	05
III. Antecedentes	07
1. Enfermedad de Chagas	07
2. Vector	14
3. Agente Etiológico	20
4. Ecología Poblacional	25
5. Formas Prácticas de Disminución de la Transmisión Vectorial	34
6. Reservorios de <i>T. cruzi</i>	38
IV. Justificación	41
V. Objetivos	42
VI. Hipótesis	43
VII. Materiales y Métodos	44
VIII. Resultados	50
IX. Discusión de resultados	51
X. Conclusiones	53
XI. Recomendaciones	54

<b>XII. Bibliografia</b>	<b>55</b>
<b>XIII. Anexos</b>	<b>61</b>

## I. RESUMEN

*Trypanosoma cruzi* es el agente causal de la enfermedad de Chagas y es transmitido principalmente a través de la eliminación en las heces de poblaciones domésticas de vectores (1-3).

Los principales vectores para Guatemala son *Triatoma dimidiata*, *Rhodnius prolixus* y *Triatoma nitida*(2).

El parásito es viable después de diversos periodos de refrigeración entre 4-6°C en muestras provenientes de cultivo y de sangre de animales, pero no hay estudios que indiquen la viabilidad e infectividad del parásito en las heces del vector después de haber permanecido por determinado tiempo sobre diferentes superficies (4,5).

El objetivo de este estudio fue evaluar la viabilidad e infectividad de *Trypanosoma cruzi* en dos materiales que se utilizan en las viviendas del área rural.

Se evaluó la viabilidad de *Trypanosoma cruzi* en 5 tiempos diferentes y se encontró que los dos materiales permitieron la viabilidad del parásito por 24 horas.

La infectividad se evaluó utilizando al ratón como modelo animal. El análisis estadístico se realizó utilizando la prueba de Friedman y la suma de rangos de Wilcoxon y se encontró que la infectividad varía con respecto al tiempo, y es mayor cuando la muestra proviene de heces sobre papel.

## II. INTRODUCCION

La enfermedad de Chagas conocida como Tripanosomiasis Americana es uno de los mayores problemas de salud en América Central y América del Sur. Las estimaciones de la Organización Mundial de la Salud indican que más de 16 millones de personas están infectadas con este parásito y 100 millones se encuentran a riesgo. La infección puede ser mortal si no se diagnostica en la fase temprana ya que puede ser curada únicamente en fase aguda; después de esta fase los daños causados a los órganos, ( principalmente el corazón), son irreversibles. El control de la enfermedad depende principalmente de la eliminación de las poblaciones domésticas de vectores (1-3 ).

El agente etiológico de esta enfermedad es *Trypanosoma cruzi*, protozoo que es transmitido por *Triatoma dimidiata*, *Rhodnius prolixus* y *Triatoma nitida* que son los principales vectores para Guatemala. La transmisión ocurre a través de las heces del vector las que deposita cuando se está alimentando del hospedero y éste por reflejo se rasca y se auto inocula. Por estudios realizados por otros autores se sabe que el parásito es viable después de diversos periodos de refrigeración entre 4-6°C, en muestras provenientes de cultivo y sangre de animales pero no hay estudios que indiquen la viabilidad e infectividad del parásito en heces después de haber permanecido por determinado tiempo sobre diferentes superficies (4,5).



De acuerdo a estudios realizados con anterioridad se sabe que la mayoría de materiales de construcción de la vivienda rural son bajareque, adobe y palopique y algunas veces cartón y papel, pero se desconoce el tiempo que el parásito es capaz de sobrevivir en dichas superficies, así como su capacidad infectiva después de este tiempo. Fue el objetivo de esta investigación conocer estos datos ya que tanto los habitantes de áreas endémicas como el personal de campo y laboratorio tienen contacto con las heces fecales de los vectores corriendo el riesgo de infectarse (6,7).

En estudios de campo se pueden observar dentro de las viviendas las heces fecales sobre las paredes, alrededor de las camas, sobre plásticos, debajo de almohadas, sábanas, petates, papeles y almanaques que cuelgan en las paredes, que son importantes indicadores de infestación domiciliar por el vector (4,5)

El trabajo se realizó observando la defecación de la chinche infectada artificialmente sobre superficies de bajareque y papel. Después de 0, 8, 16, 24 y 48 horas se evaluó al microscopio la viabilidad del parásito. Además se inoculó *Trypanosoma cruzi* a ratón para conocer la infectividad del parásito a diferentes periodos en los dos materiales, para saber si existe diferencia significativa en la viabilidad y la infectividad del parásito con respecto al tiempo.

### III. ANTECEDENTES

#### 1. Enfermedad de Chagas

Esta es una parasitosis exclusiva del continente americano, que originalmente se inició como una enzootia afectando a los animales silvestres y transmitida por triatomas también silvestres. Con el transcurso del tiempo el hombre se encontró en contacto con los focos naturales, alterando el equilibrio ecológico y facilitando la invasión domiciliar de los triatominos portadores de *T. cruzi*. De este modo la enfermedad se fue convirtiendo en una zoonosis en la que interviene el hombre y animales domésticos ( 8 ).

##### 1.1 Historia :

En 1909 Carlos Chagas descubrió la enfermedad en el estado brasileño Minas-Gerais, cuando fue informado que en las paredes y techos de las viviendas de los trabajadores habían insectos que picaban de noche y succionaban sangre.

En el intestino de estos insectos encontró unos protozoos flagelados que llamó *Trypanosoma cruzi* en honor a su maestro Oswaldo Cruz. Cuando inoculó la sangre de estos insectos a animales de experimentación se desarrolló una enfermedad aguda; más tarde observó que en niños y adolescentes se desarrollaba la enfermedad de Chagas a partir de la picadura de chinches infectadas ( 1,9,10 ).

En Guatemala en 1932, el investigador alemán Reichnow diagnosticó los primeros casos en niños que vivían en la finca " Las Viñas" Santa Rosa, posteriormente Romeo de León en 1934 descubrió los primeros casos causados por *Trypanosoma rangeli* considerándolo patógeno (9,10).

En 1934, Blanco Salgado hizo un estudio de la distribución de los vectores hematófagos en Guatemala y señaló a *Triatoma dimidiata* y a *Rhodnius prolixus* como los transmisores de la enfermedad de Chagas en los departamentos de Chiquimula, Progreso, Jalapa, Escuintla, Santa Rosa, Alta y Baja Verapaz ( 5 ).

En 1943, Montenegro informó del hallazgo de 2 nuevos casos de tripanosomiasis producido por *Trypanosoma sp*; así mismo encontró insectos triatomíneos en Jalapa, El Progreso, y Escuintla y un total de 93 insectos con un índice de infección tripanosomiásico de 67.76% ( 5 ).

En 1946, De León presentó en el I Congreso Interamericano de Medicina su trabajo "Enfermedad de Chagas en Guatemala" y propuso el nombre de *T. guatemalensis* ( 11 ).

En 1952, gracias a la colaboración del médico venezolano Luis Peñalvert, quien durante cerca de tres años colaboró en las cátedras de parasitología y de enfermedades transmisibles de la Facultad de Ciencias Médicas y en la sección de parasitología en Sanidad Pública, se inició el estudio sistemático de la enfermedad

de Chagas en Guatemala. Uno de los primeros pasos fue emprender una campaña de divulgación de la enfermedad y al mismo tiempo se solicitó la colaboración de instituciones tanto nacionales como internacionales y de personas individuales con el propósito de detectar nuevos casos de personas con la enfermedad y establecer claramente las zonas endémicas (5).

En 1956, Mishaan, Amaya y Erdmenger realizaron un estudio en el Banco de sangre del Hospital San Juan de Dios del mes de Abril al mes de Agosto y confirmaron que el tiempo de sobrevivencia de *T. cruzi* en las unidades de sangre refrigerada es mucho más largo que el tiempo máximo que debe ser empleado para guardar dichas unidades( 5 ).

En 1959, en conmemoración del 50 aniversario del descubrimiento de la enfermedad de Chagas, Aguilar publicó una revisión de la bibliografía guatemalteca sobre dicha enfermedad (11).

En 1982, Monroy realizó estudios de aislamiento y caracterización de cepas de *Trypanosoma cruzi* en el oriente del país ( 7 ).

Matta y col. en 1986 realizaron un estudio en el cual tomaron muestras de sangre para estudios serológicos por HAI y determinar anticuerpos chagásicos, en el departamento de Izabal, encontrando que la edad más afectada era de 31-40 años con un 12.11 % de positividad (12 ).

A partir de 1992 se integró un equipo multidisciplinario con profesionales de las Facultades de Ciencias Médicas y Ciencias Químicas y Farmacia de la Universidad de San Carlos de Guatemala y del Ministerio de Salud Pública para desarrollar el proyecto "Enfermedad de Chagas un Enfoque Integral" con la cooperación técnica del gobierno del Japón para actualizar y ampliar el conocimiento de dicha enfermedad ( 13 ).

Monroy y colaboradores llevaron a cabo la investigación de ecología intradomiciliar de *Triatoma dimidiata* en Santa María Ixhuatán. Se encuestaron y evaluaron 200 casas en dicha localidad encontrando el 42% de casas con presencia de vectores de la especie *Triatoma dimidiata*.

El mismo año se hicieron estudios sobre el control de vectores de la enfermedad de Chagas, usando la colecta tradicional hombre / hora para la evaluación de fumigación con insecticidas. Sin embargo este método es dependiente de la habilidad del personal colector.

Luego se realizaron estudios, utilizando una colonia de *Triatoma dimidiata* cultivada en condiciones de laboratorio, encontrando que las ninfas de primero a tercer estadio son más susceptibles a insecticidas que los adultos o ninfas del cuarto o quinto estadio ( 14 ).

A partir de 1992 se han realizado diferentes estudios, como parte del proyecto

multidisciplinario de investigación acerca de los diferentes vectores de la enfermedad de Chagas en Guatemala. Monroy y col. realizaron estudios sobre la ecología intradomiciliar de *Rhodnius prolixus*, *Triatoma dimidiata* y *Triatoma nitida*, en San Miguel Huité, Zacapa y en Villa Canales. Se encontró como vector predominante en San Miguel Huité a *Rhodnius prolixus* (97%) y en un bajo porcentaje (3%) a *Triatoma dimidiata*, mientras que en Villa Canales se encontró que el vector predominante es *Triatoma dimidiata* (75 %) y que *Triatoma nitida* se encuentra en un bajo porcentaje (25%) (14).

En 1992 Morales realizó el estudio clínico serológico de la enfermedad, en donadores del Banco de Sangre del Hospital Nacional de Chiquimula encontrando una prevalencia del 15.6% (15).

A partir de 1995 Monroy y col iniciaron una encuesta a nivel nacional para conocer la situación actual de la enfermedad de Chagas en Guatemala, en busca de los vectores, habiendo visitado a la fecha 18 departamentos geográficos del país y encontrado que los vectores predominantes son *T. dimidiata*, *R. prolixus* y que los departamentos más infestados son los del área de oriente del país.

## 1.2 Formas de transmisión.

*Trypanosoma cruzi* puede ser transmitido al hombre mediante diversos mecanismos: picadura de vector, infectado por vía congénita, por transfusión

sanguínea, por infección accidental en el laboratorio, por trasplante de órganos o por vía oral . Por cualquiera de estas vías los tripomastigotes penetran a la sangre y luego invaden principalmente las células musculares y macrófagos, donde cambian a su fase amastigota logrando su multiplicación intracelular y la formación de pseudoquistes (1).

### **1.2.1 Transmisión por el vector.**

El hombre es uno de los hospederos de *Trypanosoma cruzi* al igual que otros mamíferos que habitan en su domicilio y en el área peridomiciliar, como perros, gatos, cerdos, roedores, que constituyen los reservorios del llamado ciclo doméstico. El insecto busca a sus víctimas en la obscuridad prefiriendo la cara y las zonas de transición entre la epidermis y las mucosas. Después de la succión de sangre, el triatoma expele material fecal conteniendo tripanosomas metacíclicos que penetran en el organismo a través de las mucosas, de excoriaciones dérmicas o por el canal de succión ya que el hospedero al rascarse introduce las heces con los tripanosomas, éstas son englobadas por histiocitos e invaden las células adiposas de tejido subcutáneo y fibras musculares situadas debajo del lugar de la inoculación iniciándose así una nueva infección ( 15-18 ).

### **1.2.2 Transmisión Transfusional**

La posibilidad de transmitir la infección por transfusión sanguínea fue propuesta por primera vez por Mazza y col. en 1936 y Díaz en 1949, confirmándola en el año 1952 cuando reportaron el primer caso ( 18- 20 ).

Estudios epidemiológicos realizados en 1950 demuestran una prevalencia significativa de la enfermedad de Chagas en donadores de sangre en todos los servicios de salud de América Latina, datos que permitieron establecer que la transfusión sanguínea ocupa el segundo lugar más importante en la transmisión de la enfermedad después de la transmisión por el vector (18,19).

La alta incidencia de parasitosis en latinoamérica y la presencia de *T. cruzi* en sangre de personas infectadas hacen de la transfusión sanguínea un mecanismo importante para la transmisión. Se ha determinado que el riesgo de transmisión efectiva es de 12.5 - 25% en pacientes que reciben 500 ml de sangre infectada y se ha observado que el parásito permanece viable e infectivo en la sangre citratada y almacenada en refrigeración a 6 °C por un periodo mayor de 10 días (19).

### **1.2.3. Transmisión Transplacentaria**

Es bien sabido que el parásito puede transmitirse de madre a hijo por vía transplacentaria, ya que 0.5 - 2% de los hijos de madres chagásicas pueden nacer infectados. La transmisión congénita ocurre en la fase aguda de la enfermedad



materna. En esta fase la parasitemia es mayor y más persistente por lo que el riesgo es más alto, aunque se han reportado casos en la fase de transmisión congénita durante la fase crónica ( 21,22 ).

En 1990, Rivas y Oliva realizaron los primeros intentos para determinar la transmisión congénita de la enfermedad en el departamento de Chiquimula, Guatemala. En dicho estudio no se logró determinar o confirmar ningún caso de transmisión congénita determinándose únicamente que la seropositividad a *T. cruzi* en las madres estudiadas fue del 9.6 % .

En otros países con áreas endémicas, utilizando el xenodiagnóstico, se ha demostrado una mayor parasitemia en embarazadas chagásicas que en chagásicas no embarazadas, resultados que concuerdan con trabajos experimentales donde se ha observado un incremento en la patogenicidad de *T. cruzi* en ratones durante el embarazo ( 21-23 ).

## **2. Vector**

El vector es un insecto del género reduído de la familia *Triatomidae*, subfamilia *Triatominae* ( nombres comunes: Chinche picuda, picudos, chinchupa, talaje, telepate) con las siguientes características: cabeza alargada con rostro recto, articulado, que durante el reposo está colocado debajo de la cabeza llegando hasta el tórax, antenas articuladas insertas en la porción ante-ocular de la cabeza, junto a

los ojos en la mitad de esa porción o casi en la extremidad cefálica, ojos grandes con un par de ocelos y alas anteriores en el corio ( 1,14 ).

### **2.1 *Triatoma dimidiata***

Es un reduviedo de grandes dimensiones en su fase adulta , de longitud entre 29 y 33 mm y su ancho de 13mm al nivel del connexivum ( borde externo dorsal de color negro y amarillo). Las ninfas y los insectos adultos son capaces de succionar de 0.100 a 0.500 cc. de sangre. Si se toma en cuenta la gran cantidad de insectos que infestan viviendas en la zona endémica ( en algunas casas han podido capturar alrededor de 200 insectos, lo que indica la cantidad real está más allá del millar) podemos afirmar que, además del papel de insecto transmisor de tripanosomiasis, *Triatoma dimidiata* ejerce una importante acción que provoca anemia sobre los pobladores de zonas endémicas(24).

Se les encuentra preferentemente en los dormitorios pero es frecuente hallarlos cerca de los lugares donde duermen los animales domésticos. El insecto tiene una evolución lenta que se cumple en un lapso de alrededor de dos años. La hembra después de unos 20 días de la cópula inicia la oviposición; los huevos no adherentes son puestos en las grietas de bajareque o en el polvo de los rincones. Después de 20-30 días eclosionan las larvas del insecto ávidas de hematofagismo. Durante su evolución efectúan cinco ecdicis (cambio de quitina) que las hacen

pasar por cinco fases ninfales hasta adulto. Tanto para las mudas como para la cópula y la oviposición, los insectos necesitan alimentarse de personas, aves y mamíferos domésticos. Tienen cierto fototactismo positivo que les permite en la fase alada pasar de un rancho a otro o de una vivienda a otra especialmente durante la noche (24).

El vector se comporta como un insecto relativamente tímido, especialmente las ninfas más pequeñas; algunas veces no es fácil alimentarlas en condiciones de laboratorio a menos que estén realmente ávidas. El período para succionar a una víctima varía en cada estadio y tiende a ser más prolongado en las primeras ninfas (25).

*Triatoma dimidiata* en sus diversos estadios ninfales o en el adulto puede defecar antes de terminar de comer, lo que parece estar relacionado con las frecuentes interrupciones y consecuente aumento en su período de comida sobre todo cuando éste se compara con el de *R. prolixus*. En cuanto al tiempo de defecación después de comer, éste es generalmente de 3 a 4 veces mayor que en las otras especies, especialmente en el caso de los machos y en las ninfas de primer estadio que son los más lentos en defecar. Así mismo *T. dimidiata* produce un número menor de defecaciones, en un período de tiempo determinado, que las otras dos especies. De las tres especies comparadas puede observarse que *T. dimidiata*

podría ser menos eficiente en la transmisión de *T. cruzi*, quizá con excepción de las ninfas del quinto estadio y de las hembras, pero que esto puede estar en parte compensado por una relación más prolongada con la víctima ( 25 ).

## 2.2 *Rhodnius prolixus:*

Esta especie de amplia distribución en el continente se encuentra en Guatemala en las regiones cálidas y de baja altitud aunque se ha encontrado en aldeas elevadas de la Sierra de las Minas a unos 4,000 pies de altura. Es un insecto de menores dimensiones que los del género *Triatoma*. Tiene una evolución corta y se reproduce con mayor rapidez, los huevos adherentes son puestos aisladamente o en grupos, pegados a la paja de los techos que constituyen su hábitat principal. Las larvas nacidas entre 13 y 20 días de incubación, se alimentan al nacer y sufren 5 mudas ( 5 etapas ninfales y adulto ) en un lapso de 6-8 meses (24, 26,27 ).

El sistema excretor, representado por los cuatro tubos de Malpighio, sirve para regular el equilibrio del agua en los fluidos del cuerpo y al mismo tiempo elimina los desperdicios nitrogenados. Los cambios que operan en los fluidos corporales se pueden observar con una simple ingestión de sangre de cada estadio. Según Wigglesworth, la sangre que ingiere normalmente *Rhodnius prolixus* representa dos o tres veces su propio peso; luego de cuatro horas de haber comido, tres cuartas partes de agua es absorbida por el intestino y excretada por los tubos de

Malpighio . Esta gran afluencia de agua abunda temporalmente en la parte proximal del tubo pero después de algunas horas se observan cristales de ácido úrico en el lumen y además existe un aumento definido de la acidez a medida que el contenido del tubo va de la región proximal a la región distal. Wigglesworth concluye que el nitrógeno es segregado en las regiones distales en forma de una solución de urato potásico y que el ácido úrico libre se forma en las regiones proximales. El agua y bases, como carbonatos y fosfatos, son reabsorbidos a la hemolinfa para repetirse el periodo de combinación con más desechos nitrogenados ( 26,27 ).

Los tubos de Malpighio producen orina que se mezcla con los residuos alimenticios provenientes del intestino en la ampolla rectal. Las características de la orina dependen sobre todo de la relación de agua que contiene el insecto 2 ó 3 horas después que ingiere sangre y produce su propio peso en orina liberando el 75% del agua de la sangre ingerida. La orina de los insectos recientemente alimentados es alcalina ( pH 7.8-8.0) pero en los últimos momentos de la excreción llega a ser gradualmente más ácida hasta llegar a un pH 6.0 .

En la nutrición de *Rhodnius*, el alimento contiene gran exceso de agua y sales que son rápidamente eliminados en una solución clara de bicarbonato, cloruro de sodio y potasio; el fosfato de magnesio y el calcio aparecen después en pequeñas cantidades. Las sustancias que surgen como productos finales del metabolismo no

aparecen sino después de algunas horas de haber ingerido alimento ( 24,26,27 ).

### **2.3 *Triatoma nitida*:**

Reduvidео probablemente de más reciente adaptación a la vivienda humana que el *Triatoma dimidiata*. Presenta baja prevalencia, en las regiones estudiadas hasta ahora . Se ha encontrado en pequeño número en el municipio de Villa Canales en el Departamento de Guatemala, donde ya había sido reportada por De León. En el Municipio San Jerónimo, Departamento de Baja Verapaz, se ha encontrado en menor número que el *Triatoma dimidiata*, su evolución y hábitos son análogos a los de *Triatoma dimidiata*. Se ha encontrado infectado con *Trypanosoma cruzi* y con *Trypanosoma rangeli* lo cual demuestra su capacidad vectorial, aunque su importancia como transmisor está relacionada con su densidad de población (1,24).

### **2.4 Alimentación y Necesidades Nutritivas:**

Los triatominos son hematófagos estrictos y su aparato bucal está diseñado para succionar la sangre que necesitan para sus funciones vitales. Cuando colocan el probócido en la víctima, los estiletes interiores y mandíbulas, se proyectan en ese orden para penetrar la piel. Los primeros ayudan a fijar las piezas y las segundas buscan un capilar para iniciar la succión a través del canal alimentario que ocupa en su interior. Las maxilas poseen el conducto salivar cuya secreción contribuye a

dilatar los vasos sanguíneos y evitar la coagulación de la sangre (Pick, 1954) (24,25).

### **3. Agente Etiológico**

#### **3.1 Morfología de *Trypanosoma cruzi***

Se encuentra presente en la sangre en la forma de tripomastigote flagelado de 15-20 micras de largo, con el extremo posterior terminado en punta (1).

*Trypanosoma cruzi* consta de un núcleo situado en el centro del cuerpo y un cinetoplasto voluminoso que tiene un blefaroplasto puntiforme y un corpúsculo parabasal ovoide. La raíz del flagelo, el axoma, hace que el blefaroplasto se extienda por el borde de una delgada membrana ondulante que tiene pocos pliegues y sale por el extremo anterior como flagelo libre (1).

Dentro de las células se encuentra en su forma de amastigote sin flagelo, localizándose de preferencia en el tejido nervioso y muscular; se multiplica intracelularmente en los mamíferos hospederos por medio de pseudoquistes. En el vector se transforman en epimastigotes, los cuales se multiplican en el tubo digestivo del vector por fisión binaria, la forma infectiva que se presenta en el vector es el tripomastigote metacíclico ( 16 ).

### 3.2 Ciclo de vida

*Trypanosoma cruzi* es un insecto hematófago perteneciente a la familia de los Redúvidos, orden hemiptera, de los cuales se conocen más de 100 especies con amplia distribución en el continente americano. En Guatemala los transmisores son *Triatoma dimidiata* y *Rhodnius prolixus* ( 1,16 ).

Los redúvidos transmisores se infectan al picar al hombre o animales reservorios infectados. Los tripanosomas ingeridos por el insecto se convierten en epimastigotes cortos los cuales se multiplican por división binaria y evolucionan a formas largas que se encuentran en la parte posterior del intestino medio ( 1 ).

Después de ocho a diez días aparecen en el recto pequeños tripanosomas que se han originado de las formas metacíclicas que salen con las heces y son infectantes para el hombre y los reservorios animales, cuando se frota sobre la picadura del insecto o en cualquier lesión de la piel ( 1,16,28 ).

El ciclo biológico en el hospedero vertebrado se inicia con la penetración de la forma infectante a través de la piel o de la conjuntiva ocular. El parásito invade los fibroblastos y células adiposas que están debajo de la piel así como varios órganos y tejidos como médula ósea, bazo, hígado y ganglios linfáticos.

*Trypanosoma cruzi* se multiplica en su fase de amastigote, siendo el más afectado el sistema fagocítico mononuclear, sistema nervioso y músculo cardíaco.



Los amastigotes se transforman en tripomastigotes y escapan de las células. Los tripomastigotes de transición no se multiplican. Cualquiera de estos dos estadios son ingeridos por chinches triatomas que pertenece a los géneros *Triatoma*, *Rhodnius*, *Panstrongylus* y otros. En el intestino medio del insecto, el microorganismo se transforma en epimastigote y se multiplica. Los epimastigotes posteriormente migran al intestino posterior y se transforman en 1-2 semanas en tripomastigotes multiplicándose por fisión binaria. Cuando la chinche infectada se alimenta de una persona, defeca y los tripomastigotes pasan de las heces a la herida de la picadura, en el sitio de la picadura se desarrolla una lesión cutánea nodular o ulcerosa llamada chagoma. Los tripomastigotes son fagocitados por los macrófagos cercanos donde se transforman en amastigotes y la infección se extiende a través de los conductos linfáticos y sangre circulante a otros tejidos (1,16).

### **3.3 Infectividad de *T. cruzi* en modelo animal.**

Para el estudio de *Trypanosoma cruzi in vivo* el animal más utilizado es el ratón, por ser más fácil de manipular y reproducir, además de que éste, como el humano, desarrolla inmunidad al parásito durante la infección primaria lo cual es reflejado por la resistencia a recobrase de infecciones letales, y la respuesta inmune mediante producción de anticuerpos específicos por linfocitos sensibilizados ( 7 ).

El aparecimiento de las inmunoglobulinas en ratones depende de la dosis de infección y del tiempo después del inóculo ( 7 ).

Mc. Cabe infectó ratones Swiss Webster machos para probar el poder tripanocida del ketoconazol sobre las formas amastigotas, encontrando que éste puede ser utilizado como quimioterapéutico para la fase aguda de la enfermedad (29,30).

Brener utilizó ratones para probar la diferencia en la sensibilidad natural de dos cepas de *Trypanosoma cruzi* provenientes de pacientes de Brasil, para los agentes quimioterapéuticos Nifurtimox y Benzonidazole, lo cual fue confirmado por otros autores ( 7 ).

Rodas, en 1994, trabajó la caracterización biológica de cinco cepas guatemaltecas de *Trypanosoma cruzi* aisladas de *Triatoma dimidiata* y *Triatoma nitida*. Para la realización de este estudio se trabajaron 5 cepas de *Trypanosoma cruzi* de los cuales una fue aislada del vector *Triatoma nitida* y cuatro de *Triatoma dimidiata*. Todas las cepas presentaron características comunes tales como: todas se reproducen en ratón, presentando parasitemia desde el día 5 después de la inoculación; todas produjeron parasitemia alta entre los días 21-30, así como daño al modelo animal en mayor o menor grado, el cual se manifestó por piloerección, parálisis de miembros inferiores y meteorismo, sin embargo hubo

algunas diferencias importantes con respecto a la mortalidad ( 7) .

Matta *et al.* caracterizaron 8 cepas guatemaltecas de *Trypanosoma cruzi* aisladas de triatomíneos capturados en Santa María Ixhuatán en base a la curva de crecimiento *in vivo*. Las curvas obtenidas demuestran que existe una gran variabilidad entre cepas ( 31).

### 3.4 Heterogenicidad

Muchos estudios dicen de la existencia de variabilidad intraespecífica de *Trypanosoma cruzi* en lo que se refiere a susceptibilidad a drogas quimioterapéuticas, a características biológicas y a perfiles de parasitemia. Los datos indican que *Trypanosoma cruzi* es un parásito de poblaciones heterogéneas que tienen la capacidad de adaptación así como un amplio rango de hospederos mamíferos y vectores triatominos ( 32 ).

Varios investigadores han tratado de caracterizar las cepas de acuerdo a su estructura antigénica, patrones electroforéticos de migración por isoenzimas, morfología y tasa de crecimiento en cultivo líquido. Las causas de las diferencias mostradas en las cepas de *Trypanosoma cruzi* en humanos y animales infectados experimentalmente no se conocen, aunque hay evidencia para involucrar factores del hospedero y del parásito(32,33).

Brener investigó la resistencia natural de cepas aisladas de vectores domésticos

y de pacientes. Los parásitos fueron inoculados en ratones que fueron tratados con Nifurtimox y Benzonidazole por vía oral y luego se observó al microscopio sangre fresca y se realizó la prueba de inmunofluorescencia, encontrando que no todas las cepas eran susceptibles a dichos medicamentos (6,7).

### **3.5 Viabilidad del parásito**

Estudios realizados en relación a la viabilidad de *Trypanosoma cruzi* demuestran que el parásito es viable después de haber sido conservado a temperaturas bajas y en desecación.

Se han realizado estudios de crecimiento, movilidad y morfología del parásito proveniente de cultivo y sangre de animales después de diversos periodos de refrigeración entre 4-6 °C, provenientes de cultivo y sangre de animales y se ha encontrado supervivencia del parásito ( 6,7 ).

### **4. Ecología poblacional del vector :**

Sin lugar a duda la ecología poblacional de los triatominos vectores de la enfermedad de Chagas es de fundamental importancia en cualquier estudio epidemiológico. No en vano hasta el presente las principales acciones en contra de esta enfermedad y su transmisión se han centrado en el control de las poblaciones de estos insectos ya sea por métodos químicos, biológicos, o más recientemente mediante la mejora de la vivienda. El tamaño de la población de los insectos

vectores bajo condiciones domiciliarias, sumado al porcentaje de infección por *T. cruzi*, constituye uno de los factores esenciales que determinará el riesgo de la infección humana (24,27).

A pesar del papel dominante que parece jugar el tamaño poblacional de los triatomos dentro del cuadro general epidemiológico de la enfermedad de Chagas y la abundancia de los estudios e investigaciones sobre estos insectos que se han realizado en la mayor parte de las Américas, todavía permanece oscura una serie de aspectos fundamentales que responderían a las principales preguntas de carácter poblacional sobre ellos.

La ecología de los triatomos es compleja, no siendo simplemente un problema sino una serie de problemas, cada uno correspondiente a una especie y a una localidad geográfica. Son indispensables estudios ecológicos para determinar factores tales como distribución geográfica, hábitats, lugares de reposo y oviposición, dispersión y movilidad, preferencias alimenticias, resistencia al ayuno, depredación, longevidad en el terreno, dinámica de poblaciones y tasa de invasión a la vivienda. El conocimiento de los lugares de reposo, alimentación y oviposición de los triatómicos permite un tratamiento selectivo con insecticidas o el control por medio de modificaciones ambientales. Es necesario determinar el efecto del clima sobre las poblaciones de vectores. Los experimentos diseñados para evaluar

las condiciones ambientales que favorecen el mayor crecimiento intrínseco de la población del vector, son útiles para señalar las regiones con mayor potencial de infestación y la estación más apropiada para efectuar el tratamiento ( 24 ).

Las especies que han tenido poco estudio en Guatemala son *R. prolixus* y *T. nitida*. Ambas especies son de distribución restringida, están circunscritas a ciertas áreas que pueden definirse concretamente, mientras que *T. dimidiata* es de amplia distribución. Esta especie se ha encontrado desde el nivel del mar hasta altitudes de dos mil metros, desde la orilla del océano en el Atlántico hasta las costas del Pacífico. La distribución de las especies depende del tipo de construcción, y de las preferencias de cada especie. Para encontrar *R. prolixus* es indispensable el techo de paja, o de otro material vegetal seco. En cambio *T. nitida* y *T. dimidiata* puede habitar en casas con techos de teja, de lámina, de paja o de sus mezclas mostrando preferencia únicamente en el material de construcción de la pared, viéndose favorecida su presencia en bajareque y adobe ( 24,27 ).

El índice de infestación de vectores en las viviendas varía considerablemente dependiendo del tipo de construcción de las condiciones higiénicas, fuentes de alimentación, obscuridad, ventilación etc. ( 24,27, 34 ).

La densidad de *T. dimidiata* está determinada por factores tales como: el hacinamiento, limpieza, obscuridad, aireación, disposición de pertenencias y el

tiempo de construcción de la casa. Por estudios realizados por Monroy *et al* se sabe que en algunas viviendas se ha capturado un promedio de 7 chinches por el método de hombre/ hora mientras que por el método de demolición se han colectado hasta 400 chinches con un promedio de 9 chinches por metro cuadrado demolido (14).

#### **4.1 Hábitos y Comportamiento.**

Son pocas las especies que muestran preferencia estricta por un sólo tipo de hospedero (estenofagia); por el contrario la mayor parte de ellos son potencialmente capaces de alimentarse de una serie variada de hospederos.

Estos grados de adaptación ecológica a ecotopos creados por el hombre nos permite de acuerdo con los criterios de Zeledón (1971), ligeramente modificados, dividir a estos insectos en varios grupos ( 25 ).

En el primero tenemos a aquéllos exitosamente adaptados al domicilio humano y sus anexos con una relación antigua con el hombre. El mejor ejemplo es *R. prolixus* y *T. infestans*. Ambas especies cubren territorios amplios en varios países y pueden alcanzar altas densidades en habitaciones humanas que llegan a veces a varios miles de insectos.

Una segunda categoría estaría dada por insectos en proceso de adaptación al domicilio humano. En este grupo encontramos especies tales como *T. dimidiata* que se caracteriza porque sus requerimientos ecológicos no parecen ser tan amplios

como los de las especies anteriores presentando algunas exigencias ecológicas que limitan su distribución y dispersión.

En general presentan variados y numerosos ecotopos naturales que les permiten vivir, en algunos casos alejadas del hombre, en condiciones totalmente silvestres, siendo *T. dimidiata* la especie más extendida en habitaciones humanas desde México hasta el norte del Perú. Las demás especies están generalmente confinadas a territorios menores, casi siempre sólo dentro de un país. Algunas de ellas se adaptan bien al peridomicilio ( 25 ).

La tercera categoría comprende aquellos insectos que siendo totalmente silvestres han iniciado recientemente un proceso de adaptación al domicilio humano, encontrándose pequeños grupos de ellas en las casas que incluyen tanto ninfas como adultos; entre ellas esta *T. rubida*.

Una cuarta categoría incluye insectos que siendo totalmente silvestres, sus adultos invaden algunas veces las casas, atraídos principalmente por la luz, pero no han demostrado ser capaces de colonizar en ellas. Un ejemplo es *T. nitida*.

Las ninfas de *T. dimidiata* se refugian con frecuencia en los pisos de tierra de las casas o bien debajo de estos cuando el piso es de madera. En estos casos la colocación de concreto o cemento sobre la tierra puede ser suficiente para el control de los insectos dentro de las casas ( Zeledón 1983).



Estos vectores son hematófagos y capacitados sólo para vuelos cortos, para picar bajan de noche por las paredes buscando sus víctimas en la oscuridad. Generalmente atacan las partes descubiertas, especialmente en el rostro o las extremidades. La succión dura 20 minutos para completar su refección la cual generalmente no causa dolor, al terminar la comida giran 180° y frecuentemente defecan en ese momento ( 25 ).

Las tres especies de chinches vectoras en Guatemala en orden de frecuencia e importancia son *Triatoma dimidiata*, *Rhodnius prolixus* y *Triatoma nitida*. El principal vector de la enfermedad de Chagas en Guatemala es *Triatoma dimidiata* y parece tener predilección por ambientes secos en los departamentos del Oriente del país, pero también se le encuentra en zonas húmedas como varias localidades de Alta y Baja Verapaz. Este insecto se encuentra en cercas de piedra, montículos de adobe y ruinas. Dentro de la casa tiene preferencia por las camas de tabla o varillas, petates, cajones o tiestos acumulados bajo las camas o rincones del cuarto ( 1, 24 ).

Para poder encontrar a sus víctimas estos insectos poseen silas especiales en las antenas destinadas a recibir estímulos químicos y de calor. Gillett y *et al* (1934) observaron estas silas olfativas y térmicas en *Rhodnius prolixus* y comprobaron que, si se amputa una de las antenas, el insecto es capaz todavía de localizar el estímulo; no obstante, si se remueven las dos el insecto se desorienta y pasa a

depender de su visión y de la percepción de vibraciones para poder encontrar una víctima. La atracción de *Rhodnius prolixus* por medio de fuentes de diferentes temperaturas, por mecanismos artificiales permitió comprobar una preferencia por 37 °C, aumentando las tentativas de alimentación a esa temperatura ( 25 ).

#### 4.2 Capacidad de micción y defecación.

En los insectos la orina y las heces se mezclan para ser expulsadas , y la defecación es un acto fisiológico importante por su papel en la transmisión de *Trypanosoma cruzi*. No todas las especies defecan con la misma rapidez, antes o después de una comida y el número de defecaciones en un determinado espacio de tiempo también varía de una especie a otra entre los diferentes estadios ninfales y adultos de una misma especie ( 35 ).

Se han hecho estudios bastante detallados en *Rhodnius prolixus* sobre la fisiología de la excreción, que han permitido conocer algunos aspectos de este importante mecanismo. El proceso es afectado por la temperatura y la primera gota después de la comida es generalmente negra por arrastrar el residuo de hematina producto de digestión intestinal de la sangre, la segunda gota puede ser también oscura o lechosa para dar lugar en las 3 ó 4 horas siguientes a una orina clara y transparente producto del filtrado de los tubos de Malpighio. En esas 4 horas la cantidad de agua excretada representa alrededor del 77% del peso de la

sangre ingerida. A partir de ese momento la orina comienza a hacerse turbia y amarillenta debido a un pigmento y a las esférulas de ácido úrico que comienzan a precipitar y que constituyen el principal producto nitrogenado de la excreción.

El sistema excretor de estos insectos es de extrema importancia en el ciclo y en la transmisión de *Trypanosoma cruzi*, no sólo contribuye a la expulsión mecánica de las formas metacíclicas o infectantes del parásito sino que la composición misma de la orina parece fundamental como medio ecológico en el que se forman los tripanosomas o metacicloogénesis. Tanto las formas reproductivas (epimastigotes) como las infectantes (tripomastigotes) se adhieren por el flagelo al epitelio de la glándula rectal a la salida de los tubos de Malpighio (24-26).

#### 4.3 Alimentación y defecación.

*Triatoma dimidiata* se comporta como un insecto tímido, especialmente las ninfas más pequeñas y algunas veces no es fácil hacerlo comer en el Laboratorio, al menos que esté realmente hambriento, sus parientes *T. infestans* y *R. prolixus* son mucho más agresivos y en general se alimentan fácilmente y en un espacio de tiempo menor. El periodo para atacar a la víctima varía en cada estadio y tiende a ser más prolongado en las primeras ninfas ( 24,35 ).

El tiempo que demora la comida está relacionado directamente con el tamaño del insecto; en esta especie hay una tendencia a que esa comida se vea interrumpida

con cierta frecuencia, prolongándose a veces considerablemente el tiempo de contacto con la víctima. Al menos un 39% de los ejemplares interrumpen la comida hasta 6 veces. Por otro lado, todos ellos con excepción de la hembra pueden hacer la comida completa en un tiempo menor a los 10 minutos. En sus diversos estadios ninfales o en estadio adulto puede defecar antes de terminar la comida, lo que parece estar relacionado con las frecuentes interrupciones y consecuentemente aumento en su período de comida, sobre todo cuando éste se compara con *T. infestans* y *R. prolixus*. En cuanto al tiempo de defecación después de la comida, éste es generalmente 3 a 4 veces mayor que en las otras especies, especialmente en los casos de los machos y de las ninfas de primer estadio que son los más lentos en defecar. Así mismo *T. dimidiata* produce un número menor de defecaciones, en un período de tiempo determinado, que las otras dos especies y el número de ejemplares que defecan en ese mismo tiempo también tiende a ser menor. En un período de una hora se observa que algunas ninfas aún no han defecado, no obstante el número de insectos que defeca al concluir el primer minuto después de la comida es similar al de *T. infestans*. De las tres especies comparadas pudo observarse que *T. dimidiata* podrá ser menos eficiente en la transmisión de *T. cruzi* quizás con excepción de las ninfas del 5 estadio y de las hembras, pero esto puede estar en parte compensado por una relación más prolongada con la víctima.

Generalmente las heces depositadas por el triatomino contienen feromonas volátiles que atraen ninfas sin alimentarse directamente de otras ( 25 ).

#### **4.4 Agresividad y Mecanismos de defensa del vector**

Entre estos insectos se observan distintos grados de agresividad hacia sus víctimas lo cual es importante no sólo para garantizar la sobrevivencia y reproducción de una determinada especie, sino también en su adaptación a nuevos ecotopos, especialmente aquellos contruidos por el hombre. La especie *R. prolixus* muestra en todo momento un alto grado de agresividad que le permite asegurar su comida sanguínea bajo las más diversas condiciones. En *R. prolixus* esta agresividad parece incrementarse conforme el aumento al desarrollo del insecto. No obstante, estos insectos como la mayoría de las especies parecen ser más activos durante la noche cuando sus víctimas duermen.

Un fenómeno interesante que ocurre en la naturaleza con *T. dimidiata* es el camuflaje de ninfas que son capaces de cubrirse con partículas de polvo para desaparecer a la vista confundándose con su ambiente (24,25 ).

### **5. Formas prácticas de disminución de la transmisión vectorial.**

#### **5.1 Mejoramiento de la vivienda**

El concepto de mejoramiento de la vivienda para el control de vectores de la enfermedad de Chagas tiene una larga historia. El propio Carlos Chagas observó

que las chinches vivían en grietas y hendiduras en casas rurales de mala calidad, y concluyó que sin las grietas no existiría ningún nicho doméstico para las chinches. En 1929 se llevaron a cabo experimentos sobre las mejoras de los bloques de adobe, pero la noción del mejoramiento de las viviendas rurales padeció mucho tiempo el mito de que en gran escala, costaría un precio exorbitante.

El mejoramiento de vivienda tiene tendencia a hacerse lentamente y a menudo se realiza en una zona limitada, lo que deja muchos focos ( ej. casas no tratadas) desde las cuales las chinches pueden reinvasar ( 14,27,34 ).

Programas de mejoramiento de la vivienda donde el control de la enfermedad de Chagas figuran entre las preocupaciones principales, están en curso en muchos países latinoamericanos. Sin embargo estos programas afrontan restricciones que limitan su aplicabilidad más generalizada y el costo puede ser un factor importante (34, 14 ).

En Latinoamérica, la vivienda rural suele utilizar los materiales localmente disponibles, tierra, y palos con techo de palma o paja, y a menudo el estilo y la estructura progresan a medida que aumentan los ingresos en la familia. Aunque modestas, las casas rurales tienen a menudo características que se deben conservar. Frecuentemente las restricciones del costo de los materiales, técnicas de construcción y aceptabilidad cultural han conducido a un estilo optimizado bien

adaptado a las capacidades y preferencia de los habitantes ( 27 ).

La necesidad de construcción de vivienda de bajo costo se reconoce cada vez más por las organizaciones de ayuda gubernamental como meta del desarrollo y como contribución importante a la mejoría de la salud y el bienestar de las viviendas rurales. Varios estudios demuestran que el mejoramiento puede tener repercusiones considerables sobre la probabilidad de colonización doméstica por los triatomíneos y otras plagas, mientras que en Centro América, donde las poblaciones domésticas de *T. dimidiata* suelen ocupar las grietas en los pisos de tierra. por estudios realizados por (zeledón & Vargas 1984) se demostró que cubriendo los pisos con cemento pueden eliminar eficazmente los escondrijos principales de las chinches y estas modificaciones de vivienda podrían ser utilizadas como forma de control de vectores (27).

Es interesante notar que utilizando cal como pintura de pared aparentemente disminuye la infección con *T. cruzi*, además de disminuir la población de vectores (14).

### **5.1.1 Técnicas de mejoramiento**

#### **a. Cimientos y pisos.**

Zapatatas de piedra o tierra compactada hasta una profundidad de 30-40 cm, protegen contra la erosión por el agua y reducen el daño causado por el

movimiento de las paredes pesadas y el armazón del techo. Los pisos de tierra compactada o concreto eliminan las grietas en que los vectores pueden reproducirse y son más fáciles de mantener libres de escondrijos ( 27 ).

#### **b. Paredes.**

Paredes de piedra o tierra en buen estado pueden ser tapadas con una capa doble de cemento o mezclas con base de cal, formando una superficie lisa sin grietas, es importante tapar la parte superior de las paredes y los marcos de la puertas y ventanas ( 27 ).

#### **c. Techos.**

Los techos de palma y paja pueden ser sustituidos por teja o lámina ondulada o fibrocemento ( 27 ).

En Guatemala en 1992 Monroy *et al* . trabajaron el emplasto de pared como control del vector de Chagas utilizando como materiales cal, cemento y arena. Los mismos habitantes de las casas hicieron las modificaciones según su propia conveniencia. Se realizaron evaluaciones entomológicas antes y después de la aplicación del emplasto, aunque el tiempo entre la primera y segunda fase no fue el mismo o varió de una vivienda a otra, encontrando que aún modificaciones parciales con cal y cemento redujeron significativamente la población del vector (14).



### **5.1.2 Reducción de animales domésticos.**

Puede ser útil poner los animales domésticos en cercados a distancia de la casas ya que la densidad de las poblaciones de chinches domésticas se controla principalmente por el acceso a las fuentes de alimento. También es útil eliminar las plagas de ratas o ratones porque a menudo abrigan fuertes infecciones de *T. cruzi* (27).

## **6. Reservorios de *T. cruzi***

### **6.1. Reservorios domésticos**

Las ratas son consideradas como reservorio de importancia debido a su alta densidad de población y al contacto estrecho del humano con los triatominos domiciliarios.

La infección de *Trypanosoma cruzi* en ratas de diferentes especies (principalmente *Rattus rattus*) ha sido descrita desde el sur de Estados Unidos hasta Argentina ( 34,36 ).

Las infecciones de ratones han sido reportadas en cinco países de un 10-30% con tasas relativamente altas de infección ya que estos ratones se alimentan frecuentemente de chinches y pueden ser infectados y al mismo tiempo transmitirla ( 36 ).

Además, el ratón como el humano desarrolla inmunidad al parásito durante la

infección primaria lo cual es reflejado por la resistencia a recobrase a infecciones letales(19 ).

Los cobayos, especie propia de Bolivia y Perú, alimentados dentro de las viviendas han sido reportados con elevadas tasas de infección (35,36 ).

Otros animales domésticos, como el ganado porcino, vacuno, equino y bovino debido a su baja densidad de población, su escaso contacto con humanos y su baja parasitemia, no son considerados reservorios importantes ( 35,36,20 ).

## **6.2 Reservorios Silvestres**

Numerosas especies de mamíferos arbóreos y terrestres están envueltos en el ciclo selvático de *T. cruzi*; algunas especies invaden áreas peridomésticas incrementando el riesgo de transmisión en humanos ( 35,37 ).

Especies de mamíferos dentados, como el armadillo del género *Dasypus*, son considerandos reservorios, contribuyendo así al mantenimiento de la infección en biotopos salvajes. Los armadillos proveen condiciones de abrigo y alimentación para especies de triatominos ( 34,37 ).

Especies y subespecies de roedores han sido reportados como infectadas, contribuyendo así al mantenimiento del ciclo selvático ( 34,36,37 ).

Los murciélagos no sólo mantienen el ciclo zoonótico-selvático sino también introducen cepas selváticas en áreas domésticas, al ser ellos una fuente de alimento

sanguíneo para los triatomos domésticos (34,37).

Entre los primates, 22 especies han sido reportados con alta tasa de infección con *T. cruzi* en varios países, principalmente en América del sur. En Bolivia y Brasil han sido encontrados monos infectados con *T. cruzi* y *T. rangeli* (34,37).

#### IV. JUSTIFICACION

La enfermedad de Chagas es una enfermedad relacionada con problemas culturales y socioeconómicos. Guatemala es un área endémica de la enfermedad causada por el protozoo hemoflagelado *Trypanosoma cruzi*, el cual afecta cerca de 40 millones de personas en América Latina, constituyéndose en uno de los problemas de salud más importantes del continente.

Uno de los principales problemas en relación a la efectividad de la transmisión de la enfermedad de Chagas está relacionada con la capacidad de sobrevivencia e infectividad de *T. cruzi* en los diferentes ambientes en los cuales los vectores defecan.

*T. dimidiata*, principal vector de la enfermedad, se ha encontrado en una variedad de ecotopos selváticos, sobre todo en montones de rocas y cuevas ocupadas por murciélagos. También se puede encontrar en árboles huecos y se considera que la recogida de leña representa una de las formas por las cuales las chinches pueden llegar a la vivienda y habitar principalmente en grietas de la pared. Hasta la fecha no hay estudios de sobrevivencia e infectividad del parásito en los diferentes ambientes en los cuales el vector habita. Por lo tanto, este trabajo pretendió esclarecer detalles sobre estos datos, los cuales serán de mucha utilidad para ampliar el conocimiento de la transmisión de la enfermedad.

## V. OBJETIVOS

### 1. General

Demostrar la viabilidad e infectividad de *Trypanosoma cruzi* sobre diferentes materiales en condiciones de laboratorio.

### 2. Específicos

- a. Demostrar la viabilidad del parásito con respecto al tiempo, después de la defecación del vector.
- b. Determinar si existe diferencia estadísticamente significativa en la viabilidad e infectividad del parásito sobre diferentes materiales: bajareque y papel.
- c. Demostrar la infectividad de *Trypanosoma cruzi* provenientes de heces del vector a diferentes tiempos, utilizando el modelo de infección en ratón.

**VI HIPOTESIS**

*Trypanosoma cruzi* pierde su viabilidad y capacidad infectiva después de 24 horas, independientemente del material sobre el cual *Triatoma dimidiata* defeca.

## VII. MATERIALES Y METODOS

### 1. Universo de trabajo

Todas las chinches y ratones infectados con *Trypanosoma cruzi*.

#### 1.1 Muestra.

Heces provenientes de *Triatoma dimidiata* infectadas experimentalmente con cepa de *Trypanosoma cruzi*.

Se utilizaron 10 chinches infectadas: 5 para cada material a evaluar y una muestra de heces por chinche.

### 2. Recursos

#### 2.1 Recursos humanos

Estudiante. Rina Lisbeth Orellana Ayala

Asesora. Licda. Mildred Mejía Godoy.

Coasesora. Licda. Carlota Monroy

#### 2.2. Recursos institucionales

Laboratorio de Entomología y Parasitología de la Escuela de Biología de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, de la USAC.

### **3. Recursos materiales.**

#### **3.1. Reactivos.**

- \* Solución salina al 0.85%

#### **b. Cristalería y equipo**

- \* Láminas cobre -objetos
- \* Láminas porta-objetos
- \* Pinzas
- \* Microscopio

#### **3.2 Materiales**

- \* Cajas plásticas para los ratones( 39 x 27.5 x 15.5 cm)
- \* Alimento para ratón
- \* Jeringas de 1cc.
- \* Aserrín
- \* Planchas de bajareque y de papel de ( 39 x 27.5 x 15.5cm )
- \* Rejilla de alambre



## **4. Procedimiento**

### **Modelo experimental**

#### **4.1 Infección experimental de ratones.**

Se infectaron intraperitonealmente 10 ratones con  $1 \times 10^7$  tripomastigotes de *Trypanosoma cruzi*.

La parasitemia en los vectores se evaluó en muestras de sangre obtenidas por corte de cola utilizando el método de Fillardi y Brener (38).

#### **4.2 Infección de Chinchas.**

**4.2.1** Se colocaron 5 ratones infectados con *T. cruzi*, inmovilizados, para ser la fuente de alimentación de los insectos. Luego se colocaron 50 especímenes de *T. dimidiata* en estadio adulto que se retiraron después de asegurarse que se han alimentado

**4.2.2** La alimentación de las chinchas con ratón infectado se llevó a cabo 2 veces a un intervalo de 15 días y se examinaron las heces para asegurarse que estaban infectadas con *T. cruzi*.

#### **4.3 Preparación de materiales.**

Se utilizaron 2 cajas plásticas, una para cada material, cubriendo el fondo con bajareque y la otra con papel de almanaque,

respectivamente.

**4.4 Obtención de la muestra de heces fecales de las chinches.**

Se colocaron 3 ratones no infectados en cada caja, inmovilizados en una red y luego se colocaron 5 chinches infectadas con *T. cruzi*.

Se hizo una observación continua hasta que la chinche defecó.

La efecación se dividió en 5 porciones y se tomó una porción para cada tiempo.

**4.5 Determinación de viabilidad de *Trypanosoma cruzi*.**

La porción 1 se analizó al tiempo 0 hrs (heces frescas), la porción 2 a las 8 hrs, la porción 3 a las 16 hrs, la porción 4 después de 24 hrs, y la porción 5, 48 hrs después. Cada porción de heces se diluyó con 0.5 ml de solución salina (0.85%) y se hizo una observación en fresco para determinar la viabilidad de *T. cruzi*, es decir, presencia de parásitos móviles.

**4.6 Observación de la infectividad de *Trypanosoma cruzi*.**

De la solución anterior se inoculó 0.4 ml a ratón sano, no infectado y se observó la infectividad, para lo cual se obtuvieron muestras de sangre de cola de ratón a los 8, 15 y 21 días y la respuesta que se midió fue la presencia o ausencia de *Trypanosoma cruzi*.

## **5. Análisis Estadístico de datos.**

### **5.1 Viabilidad:**

Los resultados de viabilidad de *Trypanosoma cruzi* en papel y bajareque fueron analizados descriptivamente.

**Viable:** Presencia de parásitos móviles

**No Viable:** Presencia parásitos inmóviles.

### **5.2 Infectividad:**

Los resultados de infectividad del parásito obtenido a partir de papel y bajareque fueron analizados descriptivamente.

**Infectivo:** presencia de *T. cruzi* en sangre de ratón inoculado con muestra obtenida sobre papel o bajareque.

**No Infectivo:** ausencia de *T. cruzi* en sangre de ratón inoculado con muestra obtenida sobre papel o bajareque.

### **5.3 Infectividad de *Trypanosoma cruzi* sobre diferentes materiales :**

Para determinar diferencia significativa en la infectividad de *T. cruzi* a partir de papel o bajareque se efectuó lo siguiente:

El cálculo del número de réplicas para cada material se determinó en base a la "curva característica de operación para un diseño de dos

factores" donde el número de réplicas obtenido fue de 5 réplicas por material (  $n = 5$  ). Para determinar diferencia de infectividad de *T. cruzi* provenientes de heces depositadas sobre papel o bajareque se utilizó la prueba de Friedman.

Para determinar la infectividad con respecto al tiempo (0hrs, 8hrs, 16hrs, 24 y 48hrs) se utilizó la prueba de suma de rangos de Wilcoxon.

## VIII. RESULTADOS

### A. Viabilidad de *Trypanosoma cruzi*

Se evaluó la viabilidad de *Trypanosoma cruzi* en 5 tiempos y se encontró que los dos materiales presentaron viabilidad positiva hasta las 24 horas. A las 48 horas la viabilidad fue negativa para las muestras de heces obtenidas sobre ambos materiales (Tablas No. 1,2).

### B. Infectividad de *Trypanosoma cruzi* en ratones

La infectividad se evaluó por la prueba de Friedman y por la suma de rangos de Wilcoxon (Tablas 3 y 4, Anexo 1,2 y 3).

Se hicieron grupos de 5 ratones y se observó la infectividad de *Trypanosoma cruzi* en ratón a diferentes tiempos, y se encontró que la infectividad del parásito es diferente para cada tiempo en heces sobre los dos diferentes materiales (papel y bajareque) analizada por la prueba de Friedman para papel ( $X^2 > 9.48$ ) y para bajareque ( $X^2 > 9.48$ ) (Anexo 2).

El material de papel presenta mejores condiciones que el bajareque. Para la infectividad de *Trypanosoma cruzi* según fue analizado por la suma de rangos de Wilcoxon ( $t = > 1.86$ ). A las 48 horas los parásitos recolectados sobre ambos materiales no presentaron diferencia de condición para la infectividad ( $t = < 1.86$ ) (Anexo 3).

## IX. DISCUSION DE RESULTADOS

Al evaluar la viabilidad de *Trypanosoma cruzi* en papel y bajareque, se determinó que la viabilidad fue positiva hasta las 24 horas. La supervivencia hasta 24 horas tiene implicaciones epidemiológicas muy serias ya que indica que el parásito es capaz de sobrevivir y ser transmitido 24 horas después de haber sido excretado.

En este estudio se encontró que la supervivencia de *Trypanosoma cruzi* es independiente del material que se utilice, ya que en ambos materiales el comportamiento de viabilidad fue el mismo. El papel de almanaque tiene menor capacidad de absorción, pero la supervivencia fue igual para el bajareque a las 24 horas. A las 48 horas la supervivencia en ambos materiales desapareció. La supervivencia en papel nos da una importante información epidemiológica debido a que la costumbre en el área rural en nuestro país es tapizar las paredes principalmente con almanaque y otro tipo de papeles sin darse cuenta que están favoreciendo la colonización de poblaciones domésticas de vectores proveyéndolas de un habitat adecuado y a la vez aumentando el riesgo de infección de *T. cruzi* a través de eliminación en las excretas de las chinches que son depositadas sobre las paredes y papeles. Este aspecto cultural es importante por lo que podría ser incluido en un programa de control de vectores y hacerles ver a la población que sus hábitos están incrementado el riesgo de transmisión de la enfermedad de

## Chagas.

La supervivencia en bajareque es igual que en papel pero esto implica que hay lugares muy expuestos de las paredes que pueden estar fácilmente en contacto con la piel humana lo que favorecería la transmisión. La costumbre de pegar las camas a la pared también favorecerían el ponerse en contacto con heces que sean infectivos. Volvemos a ver la necesidad de educar a la población en relación a sus hábitos para que se minimice el riesgo de transmisión.

Aunque la supervivencia es la misma en ambos materiales, la infectividad de *Trypanosoma cruzi* utilizando el ratón como modelo animal es diferente para cada período de tiempo. Esto posiblemente esté relacionado a la porosidad del material. El papel de almanaque está recubierto de un polímero de melamina-formaldehído que evita la absorción del parásito lo cual nos indica que existe mayor riesgo de infectarse con heces que provengan de papel. La infectividad de *T. cruzi* en heces provenientes de bajareque fue menor, debido a que la absorción en este material fue mayor disminuyendo su capacidad infectiva.

*Triatoma dimidiata* ha sido considerado como un mal vector debido a que defeca poco e interrumpe sus comidas. En este experimento hemos visto que su capacidad de transmisión se ve aumentada por la supervivencia de *Trypanosoma cruzi* en los materiales.

## X. CONCLUSIONES

1. La supervivencia de *Trypanosoma cruzi* a las 24 horas tiene implicaciones epidemiológicas debido a que es capaz de sobrevivir y ser transmitido 24 horas después de haber sido excretado.
2. La supervivencia sobre bajareque es igual que sobre el papel .
3. La capacidad de transmisión de *Triatoma dimidiata* se ve aumentada por la supervivencia de *Trypanosoma cruzi* en los materiales papel y bajareque.
4. La infectividad de *Trypanosoma cruzi* es mayor en papel y disminuye con el tiempo.



## **XI. RECOMENDACIONES**

- 1. Bajo las condiciones del experimento la supervivencia del parásito se determinó entre 24 y 48 horas, pero no se pudo detectar el tiempo exacto de sobrevida por lo que se sugiere otro estudio que analice en detalle este rango.**
- 2. Evaluación de otros materiales utilizados popularmente en construcción de viviendas en las áreas rurales.**

**XII. BIBLIOGRAFIA.**

1. Aguilar F. Parasitología Médica. Guatemala: Litografía Delgado. 1987. (252-264).
2. Boletín Epidemiológico Nacional Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, Doc. tec. Ago. No.22, Guatemala, 1988
3. Villagrán Blanco de Tercero C. Congenital Chagas Disease: correlations between clinical manifestations and serological reactivities to *T. cruzi* peptides and laminin. Sweden: The Karolinska International Research Training Program. (tesis de Maestría) 1992. 48p.
4. Peñalver L. Estado actual de la Enfermedad de Chagas en Guatemala. La juventud Médica. Rev. Coleg. Med. 1953; 4(4): 294-306.
5. Peñalver ML. *et al.* Aportes al conocimiento de la enfermedad de Chagas en Guatemala. Rev. col. med. Guatemala 1953; p (20-35)
6. Cerisola J *et al.* Enfermedad de Chagas y la Transfusión de Sangre. Bol Sanit.panam Doc. tec. 1972; 63: 203-321
7. Rodas A. Caracterización biológica de cinco cepas guatemaltecas de *Trypanosoma cruzi* aisladas de *Triatoma dimidiata* y *Triatoma nitida*, Guatemala: Universidad de San Carlos, ( tesis de graduación, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia) 1994. 44p.

8. Castillo A. Seroepidemiología de la enfermedad de Chagas en el suroriente de Guatemala: Universidad de San Carlos, (Tesis de Graduación de la Facultad de Ciencias Químicas Y Farmacia ) 1987; 55p
9. Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social. Instituto de Enfermedades Tropicales, Dr. Rodolfo Robles. Homenaje al cincuentenario del descubrimiento de la enfermedad de Chagas, Doc.tec. 1909-1959, Pub. 3, Guatemala, nov.1959.
10. Facultad de Ciencias Médicas, fase II Epidemiología de la Enfermedad de Chagas, Doc. tec. Guatemala : Universidad de San Carlos, 1977. ( p 4 ).
11. Aguilar F.J. Bibliografía Guatemalteca sobre la enfermedad de Chagas (Tripanosomiasis americana ).Min.Spas. Instituto Enf.Trop. "Rodolfo Robles"1959; 3: 10-12.
12. Matta Vivian. *et al.* Prevalencia de la Enfermedad de Chagas en el Departamento de Puerto Barrios, Izabal. Memorias del III Congreso Nacional de Microbiología. Guatemala: 1986, p. 202.
13. Monroy Carlota. *et al.* Vectores de la Enfermedad de Chagas en Guatemala: Memorias del I Seminario Internacional de Enfermedades Tropicales. JICA, 1992. 128p.
14. Monroy Carlota *et al.* Ecología Intradomiciliar de *Triatoma dimidiata* en

- Santa María Ixhuitán. y Métodos de Evaluación en el Control de Vectores de la Enfermedad de Chagas en Guatemala. Agencia de Cooperación Internacional del Japón ( JICA ) 1995. 201p.
15. Morales R. Estudio Clínico-Serológico de la Enfermedad de Chagas en donadores del Banco de Sangre del Hospital Nacional de Chiquimula. Guatemala: Universidad De San Carlos de Guatemala. (tesis de graduación Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia) 1992. 44 p.
  16. Brown H. Neva F. Parasitología Clínica. 6 ed. México: Interamericana, 1985; 360p.
  17. Brener Z. Significance of morphologic variaton of bloodstream forms,new approaches AM. Tryp Res 1975; 318 127-131.
  18. Arias M. Incidencia de la Transmisión Congénita de la Enfermedad de Chagas en el área Endémica de Guatemala. Guatemala: Universidad de San Carlos, (tesis de graduación Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia) 1990; p 6-32
  19. Reyes Palma, L. Estudio serológico para la identificación de Ac. de la enfermedad de Chagas, Hepatitis B, VIH, Sífilis en donadores regulares de Hospitales de Guatemala Guatemala: Universidad de San Carlos,(tesis de Graduación. Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia).1995 73p.

20. World Health Organization. safe blood products Geneva: WHO /CNP.  
Mode 2. 157 p.
21. Muñoz P. *et al.* Transmisión congénita de *T. cruzi*. Investigación de la maternidad del Hospital San Juan de Dios de Santiago. Rev. Chil.ped. 1982, 53(1):22-27.
22. Rivas Oliva L. Detección de Anticuerpos *T. cruzi* en madres y sus neonatos en el Hospital Nacional de Chiquimula, Guatemala: Universidad de San Carlos, (Tesis de Graduación Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia.)1994. 60p.
23. Bittencourt A. *et al.* Incidencia de Transmissao Congénita da doença de Chagas en partos prematuros ha maternidad Tsylla Balbino( Salvador, Bahía). Rev. Inst Med. Tro. Sao Paulo. 1972. (14 ) 131-134.
24. Carvallo R. *et al.* Factores Biológicos y Ecológicos en la Enfermedad de Chagas. Tomo I. Epidemiología y vectores. Ministerio de Salud Pública y Acción Social República Argentina. 1985 (121-161 -234-238 ).
25. Rabinovich J. Factores Biológicos y Ecológicos, En la Enfermedad de Chagas Tomo I. Ecología Poblacional de los Triatomínos .Acción Social (República de Argentina). 1985 (121-143).
26. Ramírez P. Fisiología de *R. prolixus*. Instituto de Zoología Tropical.

- Facultad de Ciencias. Universidad Central Venezuela. Caracas, Doc. tec.  
1969; (21-24)
27. Schofield C. *Triatominae Biología y Control*. Publicado por Eurocommunica  
Publications 1994; p.8
28. Instituto de Enfermedades Tropicales" Doctor Rodolfo Robles " Homenaje  
al Cincuentenario del Descubrimiento de la Enfermedad de Chagas  
(tripanosomiasis Americana). Publicación No.3 Guatemala Noviembre de  
1959; (7-50 ).
29. Hammod D. *et al.* A Vovel Series of Chemical Structures active *in vitro*  
Against the Trypomastigote formas of *T. cruzi* trans Roy Soc Trop Med  
Hyg 1984; 78: 91-95.
30. Mc. Cabe R, *et al.* Ketoconazole protects against infection with *T. cruzi* in  
a murine model. Am Trop Hyg 1983; 32(5): 960-965.
31. Matta V, *et al.* Caracterización de cepas Guatemaltecas de *T. cruzi* en base  
a la curva de crecimiento *in vivo*. Mem II Conferencia del "proyecto de la  
Investigación de Enfermedades Tropicales" Jica. Guatemala, 1995. 43p.
32. Yapur A. Efectos de Infusiones de *Jacaranda mimosiifolia*, *Neurolaena*  
*lobata* y *Solanum hartwegii* sobre curvas de parasitemia de *T. cruzi* en  
ratones ( tesis de graduación, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia de

- la Universidad de San Carlos de Guatemala 1994: p 51.
33. Saldaña A. Immunoparasitological studies of *T. cruzi* clones from Panama. Stockholm Sweden: The Karolinska International Research Training program (tesis de maestría). 1990: 26p.
  34. Organización Panamericana de la Salud. Informe de un grupo de estudio sobre la Enfermedad de Chagas, Doc. tec. 1970: 3
  35. Zeledón R. *et al.* Observations on the feeding and defecation patterns of three Triatomine Species (Hemiptera: Reduviidae). Department of Parasitology, University of Costa Rica, Doc.tec. 1977; Acta Tropical 34. p65-67.
  36. Rodas Pernillo E. Morfometría de Cepas Guatemaltecas de *T. cruzi* y *T. rangeli* Guatemala: Universidad de San Carlos, (tesis de graduación, de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia) 1995: 55p
  37. World Health Organization. Control of Chagas Disease. Geneva : WHO. 1991. 94p.
  38. Filardy L, Brener Z. A. Rapid method for testing *in vivo* of Different strain of *T. cruzi*, Rio de Janeiro: Mem Inst Oswaldo Cruz. 1984; 79 (2): 221-225.

### **XIII. ANEXOS 1**



**TABLA No. 1**

**viabilidad de *T. cruzi* de heces recolectadas en papel**

<b>PATON/TIEMPO</b>	<b>0 hr</b>	<b>8 hr</b>	<b>16 hr</b>	<b>24hr</b>	<b>48 hr</b>
1	+	+	+	+	-
2	+	+	+	+	-
3	+	+	+	+	-
4	+	+	+	+	-
5	+	+	+	+	-

**+ = Positivo**  
**- = Negativo**

**TABLA N. 2**

**Viabilidad de *T. cruzi* en bajareque**

<b>PATON/TIEMPO</b>	<b>0 hr</b>	<b>8 hr</b>	<b>16 hr</b>	<b>24hr</b>	<b>48 hr</b>
1	+	+	+	+	-
2	+	+	+	+	-
3	+	+	+	+	-
4	+	+	+	+	-
5	+	+	+	+	-

**+ = Positivo**  
**- = Negativo**

**TABLA No 3**

**Infectividad de *T. cruzi* de heces recolectadas en papel de almanaque**

RATON/TIEMPO	0 hr	8 hr	16 hr	24hr	48 hr
1	+++	++	++	++	-
2	++	++	+	++	-
3	+++	+++	++	+	-
4	+++	++	++	+	-
5	+++	++	+	+	-

**Valores:**

+ Entre 1 a 5 por campo

++ Entre 6 a 15 por campo

+++ < 15

**TABLA No.4**

**Infectividad de *T. cruzi* de heces recolectadas en bajareque**

RATON/TIEMPO	0 hr	8 hr	16 hr	24hr	48 hr
1	+	+	+	+	-
2	+++	+	++	+	-
3	++	++	+	+	-
4	++	+	+	+	-
5	++	+	+	+	-

**Valores:**

+ Entre 1 a 5 por campo

++ Entre 6 a 15 por campo

+++ < 15.

### **XIII. ANEXOS 2**

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
Biblioteca Ce

# PRUEBA DE FRIEDMAN

INFECTIVIDAD DE T. cruzi.

T=tiempo T1=0 Hrs Escala ordinal i=0  
 T1=8 Hrs 2=+  
 T1=16 Hrs 3=++  
 T1=24 Hrs 4=+++  
 T1=48Hrs

## MATERIAL: PAPEL DE ALMANAQUE

Ratón	T 1	T 2	T 3	T 4	T 5
1	4	3	3	3	1
2	3	3	2	3	1
3	4	4	3	2	1
4	4	3	3	2	1
5	4	3	2	2	1
TOTAL	19	16	13	12	5

## MATERIAL: BAJAREQUE

Ratón	T 1	T 2	T 3	T 4	T 5
1	2	2	2	2	1
2	4	2	3	2	1
3	3	3	2	2	1
4	3	2	2	2	1
5	3	2	2	2	1
TOTAL	15	11	11	10	5

## PRUEBA DE FRIEDMAN

MATERIAL	T 1	(T1)2	T 2	(T2)2	T 3	(T3)2	T 4	(T4)2	T 5	(T5)2	ER/2
PAPEL ALMANAQUE.	19	361	16	256	13	169	12	144	5	25	955
BAJAREQUE	15	225	11	121	11	121	10	100	5	25	592

MATERIAL	Fr	X2	
PAPEL ALMANAQUE.	-335.40	335	>9.48 Ho se rechaza
BAJAREQUE	-378.96	378	>9.48 Ho se rechaza

**XIII. ANEXOS 3**

# SUMA DE RANGOS DE WILCOXON

## Infectividad de T. cruzi

T=tiempo T1=0 Hrs  
 T2=8 Hrs  
 T3=16 Hrs  
 T4=24 Hrs  
 T5=48Hrs

Escala ordinal: 1=0  
 2=+  
 3=++  
 4=+++

Material=  
 M1=Almanaque  
 M2= Bajareque

### T1= 0 Hrs.

Ratón	M1	x- X	(x- X)2	M2	x- X	(x- X)2
R1	4	0.2	0.04	2	-1	1
R2	3	-0.8	0.64	4	1	1
R3	4	0.2	0.04	3	0	0
R4	4	0.2	0.04	3	0	0
R5	4	0.2	0.04	3	0	0
<b>TOTAL</b>	<b>19</b>		<b>0.8</b>	<b>15</b>		<b>2</b>
<b>Media</b>	<b>3.8</b>			<b>3</b>		
<b>S</b>	<b>0.2</b>			<b>0.3535</b>		

	L	
0.05	47.13	>1.86
0.23		Ho se rechaza

### T2=8 Hrs.

Ratón	M1	x- X	(x- X)2	M2	x- X	(x- X)2
R1	3	-0.2	0.04	2	-0.2	0.04
R2	3	-0.2	0.04	2	-0.2	0.04
R3	4	0.8	0.64	3	0.8	0.64
R4	3	-0.2	0.04	2	-0.2	0.04
R5	3	-0.2	0.04	2	-0.2	0.04
<b>TOTAL</b>	<b>16</b>		<b>0.8</b>	<b>11</b>		<b>0.8</b>
<b>Media</b>	<b>3.2</b>			<b>2.2</b>		
<b>S</b>	<b>0.2235</b>			<b>0.2235</b>		

	L	
0.03	53.57	>1.86
0.16		Ho se rechaza

### T3=16 Hrs.

Ratón	M1	x- X	(x- X)2	M2	x- X	(x- X)2
R1	3	0.4	0.16	2	-0.2	0.04
R2	2	-0.6	0.36	3	0.8	0.64
R3	3	0.4	0.16	2	-0.2	0.04
R4	3	0.4	0.16	2	-0.2	0.04
R5	2	-0.6	0.36	2	-0.2	0.04
<b>TOTAL</b>	<b>13</b>		<b>1.2</b>	<b>11</b>		<b>0.8</b>
<b>Media</b>	<b>2.6</b>			<b>2.2</b>		
<b>S</b>	<b>0.27375</b>			<b>0.2235</b>		

	L	
0.0305	44.82	>1.86
0.17		Ho se rechaza

**T4=24 Hrs.**

Ratón	M1	x - X	(x - X)²	M2	x - X	(x - X)²
R1	3	0.6	0.36	2	0	0
R2	3	0.6	0.36	2	0	0
R3	2	-0.4	0.16	2	0	0
R4	2	-0.4	0.16	2	0	0
R5	2	-0.4	0.16	2	0	0

TOTAL	12		1.2	10		0
Media	2.4			2		
S	0.27375			0		

	L	
0.018	53.72	>1.86
0.13		Ho se rechaza

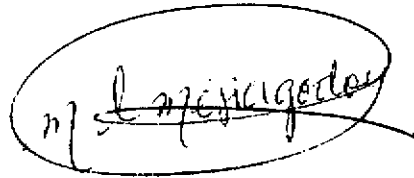
**T5=48 Hrs.**

Ratón	M1	x - X	(x - X)²	M2	x - X	(x - X)²
R1	1	0	0	1	0	0
R2	1	0	0	1	0	0
R3	1	0	0	1	0	0
R4	1	0	0	1	0	0
R5	1	0	0	1	0	0

TOTAL	5		0	5		0
Media	1			1		
S	0			0		

	L	
0	0	<1.86
0		Ho no se rechaza

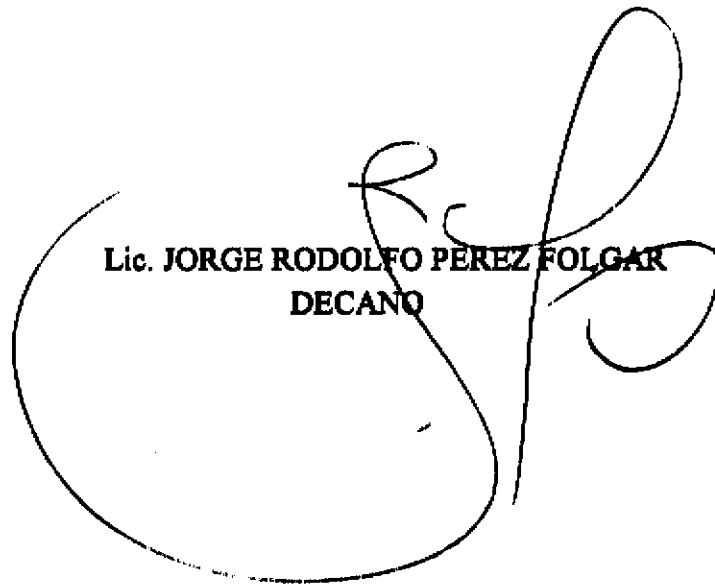
  
**RINA LISBETH ORELLANA AYALA**  
**AUTORA**



**Lic. MILDRE LORENA MEJIA GODOY**  
**ASESORA**



**Lic. GERARDO ARROYO CATALAN**  
**DIRECTOR**



**Lic. JORGE RODOLFO PEREZ FOLGAR**  
**DECANO**