



# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

## “ MORFOMETRÍA POBLACIONAL DE TRIATOMA PALLIDIPENNIS ( STAL 1872 ) ( REDUVIDAE: TRIATOMINAE ) “

### TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:  
BIOLOGA

PRESENTA:

MARÍA ELENA ORDÓÑEZ ALCOCER

DIRECTORA DE TESIS:

DRA. JANINE MADELEINE RAMSEY WILLOQUET



FACULTAD DE CIENCIAS  
UNAM

2004



FACULTAD DE CIENCIAS  
SECCION ESCOLAR



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

ESTA TESIS NO SALE  
DE LA BIBLIOTECA



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

**DRA. MARÍA DE LOURDES ESTEVA PERALTA**  
**Jefa de la División de Estudios Profesionales de la**  
**Facultad de Ciencias**  
**Presente**

"Comunicamos a usted que hemos revisado el trabajo escrito:

"Morfometría Poblacional de *Triatoma pallidipennis* (Stal 1872) (Reduvidae: Triatominae)"

realizado por María Elena Ordóñez Alcocer

con número de cuenta 07950963-3

quién cubrió los créditos de la carrera de Biología.

Dicho trabajo cuenta con nuestro voto aprobatorio.

Atentamente

Director de Tesis

Propietario Dra. Janine Madeleine Ramsey Willoquet

Propietario Dra. América Nitxin Castañeda Sortibrán

Propietario M. en C. Moisés Armando Luis Martínez

Suplente M. en C. Roxana Acosta Gutiérrez

Suplente Biol. Angel Tolentino Tello López

**Consejo Departamental de Biología**

M. en C. Juan Manuel Rodríguez Chávez

FACULTAD DE CIENCIAS



UNIDAD DE ENSEÑANZA  
DE BIOLOGIA

Agradezco en forma muy especial a la Dra. Janine Ramsey W. y a la QFB Rosalinda Ordóñez Alcocer por haberme permitido aprender tanto a través de la realización de este trabajo, ya que en todo momento desde su aceptación para trabajar bajo su tutela así como la cálida asistencia, ayuda, guía y paciencia me impulsaron para llegar a la culminación de este documento con la responsabilidad y certeza de que este es un granito de arena más en el incansable trabajo que realizan para lograr el reconocimiento de la enfermedad de Chagas como un auténtico problema de salud en México.

Un Agradecimiento al Instituto Nacional de Salud Pública INSP y al Centro de Investigación Sobre Enfermedades Infecciosas CISEI por haberme proporcionado los *Triatoma pallidipennis* y *Triatoma phyllosoma* material que reciben a través de las Coordinaciones Sanitarias de los Estados correspondientes para ser utilizados para la realización de este trabajo, así mismo por haberme permitido trabajar en sus instalaciones el manejo estadístico y elaboración de este importante documento para mí titulación.

Agradezco en forma particular al Instituto Nacional de Diagnóstico y Referencia Epidemiológica INDRE haberme facilitado lo necesario para realizar la medición del material en su departamento de Entomología.

Un especial agradecimiento a la Dra. América N. Castañeda Sortibrán, al M en C. Moisés Armando Luis Martínez y a la M en C. Roxana Acosta Gutiérrez por su disposición en la aceptación como jurado y valiosas sugerencias propuestas durante la revisión del presente trabajo.

Agradezco al M en C. Angel T. Tello López todo el apoyo técnico proporcionado durante la elaboración de esta tesis.

Mí mas sincera gratitud al Bioogo Alberto Gómez Pliego Profesor Titular de Parasitología dentro del Departamento de Microbiología y Parasitología de la Facultad de Medicina de la UNAM por todo el apoyo técnico proporcionado durante la elaboración de este trabajo, así como por el tiempo dedicado a la corrección del presente documento y por las tan valiosas, cálidas y oportunas sugerencias con que lo enriqueció.

Por último y no en orden de importancia mí agradecimiento y compromiso de cumplir lo que en sus muros aprendí a la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional Autónoma de México donde se participó en la formación de una mujer y con ello de una familia útil a la sociedad quien hoy llega a ser una profesionista y quien cumpliendo con el lema de su Casa Mater "Por mí raza hablará el espíritu" ofrece seguir preparándose para ser útil a la sociedad.

Agradezco en forma muy especial a la Dra. Janine Ramsey W. y a la QFB Rosalinda Ordóñez Alcocer por haberme permitido aprender tanto a través de la realización de este trabajo, ya que en todo momento desde su aceptación para trabajar bajo su tutela así como la cálida asistencia, ayuda, guía y paciencia me impulsaron para llegar a la culminación de este documento con la responsabilidad y certeza de que este es un granito de arena más en el incansable trabajo que realizan para lograr el reconocimiento de la enfermedad de Chagas como un auténtico problema de salud en México.

Un Agradecimiento al Instituto Nacional de Salud Pública INSP y al Centro de Investigación Sobre Enfermedades Infecciosas CISEI por haberme proporcionado los *Triatoma pallidipennis* y *Triatoma phyllosoma* material que reciben a través de las Coordinaciones Sanitarias de los Estados correspondientes para ser utilizados para la realización de este trabajo, así mismo por haberme permitido trabajar en sus instalaciones el manejo estadístico y elaboración de este importante documento para mí titulación.

Agradezco en forma particular al Instituto Nacional de Diagnóstico y Referencia Epidemiológica INDRE haberme facilitado lo necesario para realizar la medición del material en su departamento de Entomología.

Un especial agradecimiento la Dra. América N. Castañeda Sortibrán, al M en C. Moisés Armando Luis Martínez y a la M en C. Roxana Acosta Gutiérrez por su disposición en la aceptación como jurado y valiosas sugerencias propuestas durante la revisión del presente trabajo.

Agradezco al M en C. Angel T. Tello López todo el apoyo técnico proporcionado durante la elaboración de esta tesis.

Mí mas sincera gratitud al Biologo Alberto Gómez Pliego Profesor Titular de Parasitología dentro del Departamento de Microbiología y Parasitología de la Facultad de Medicina de la UNAM por todo el apoyo técnico proporcionado durante la elaboración de este trabajo, así como por el tiempo dedicado a la corrección del presente documento y por las tan valiosas, cálidas y oportunas sugerencias con que lo enriqueció.

Por último y no en orden de importancia mí agradecimiento y compromiso de cumplir lo que en sus muros aprendí a la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional Autónoma de México donde se participó en la formación de una mujer y con ello de una familia útil a la sociedad quien hoy llega a ser una profesionalista y quien cumpliendo con el lema de su Casa Mater "Por mí raza hablará el espíritu" ofrece seguir preparándose para ser útil a la sociedad.

Dedico el presente trabajo a todos aquellos seres que contribuyeron a la formación de lo que soy, con su amor, sus enseñanzas y sus cuidados, formando en mí la semilla de la fe, de la admiración de la naturaleza y de tantos momentos que aunque ya han pasado seguirán formando parte de mí esencia toda la vida. Gracias por haber coincidido conmigo en ese tiempo y espacio, donde quiera que estén siguen estando de mí.

A mis padres con el infinito amor y admiración que han ido forjando en mí a lo largo de mí vida, por haber construido con su amor ese nido de palomos en el que yo me desarrollé y por haberme cobijado a mí y a los míos siempre en forma incondicional. Gracias por su ejemplo, por su amor y por haberme dado el orgullo de formar parte de su equipo.

A mis hijos Laura, Enrique y Ricardo porque han sido la inspiración de mí vida desde siempre y hasta siempre, gracias por haberme permitido la maravillosa experiencia de acompañarlos en cada uno de sus momentos de crecimiento, gracias por haberme enseñado con su ejemplo lo que es la madurez, la alegría, la ternura, la sensibilidad, la excelencia, la creatividad y por ser la mejor inspiración que encuentro en mí diario vivir para ser un mejor ser humano y seguirme superando para seguirlo compartiendo con ustedes. Les amo, admiro y reconozco como mí más grande bendición.

A mis hermanos Rosalinda, Domingo, Pedro y Aurea por haber estado siempre a mí lado, siendo en la mayoría de las ocasiones el mejor ejemplo del camino a seguir y en muchas otras los cómplices amigables que en todo momento me han acompañado, brindándome la certeza de que siempre habría a mí lado en quien poder confiar y encontrar apoyo en una forma incondicional. Mí vida a su lado ha sido un encantador privilegio.

A Luis Enrique con quien un día en el inicio de mí historia decidí formar un hogar y con quien obtuve el más bello título de esta vida, hoy decido compartir este logro porque has sido el mejor maestro que mí Creador pudo poner a mí lado, para motivarme con tus actos a crecer día a día. Gracias por haberme invitado a caminar a tu lado.

A todos esos pares de manos que con su amistad, cercanía y convicción de que algún día lo lograría me han apoyado en cada uno de los aprendizajes de mí vida, porque con su cariño y cercanía me han ayudado a ser día a día mejor. Dedico este esfuerzo a mis sobrinos, primos, cuñados, amigos y familiares que me inspiraron a alcanzar la meta.

A mí Creador quien en mí diario vivir despertó en mí la curiosidad del porque de la vida, motivo de estudio de esta carrera, quien me brindó la oportunidad de crearla en mí ser al ser madre y quien en cada día de mí vida sigue dándome la bendición de seguir creciendo para acercarme un poquito a ser un mejor ser humano. Gracias mí Dios por haberme permitido deleitar en la expresión artística de tu mano creadora "la naturaleza".

# ÍNDICE

## Resumen

- I Introducción
  - 1 Enfermedad de Chagas
  - 2 Epidemiología
  
- II Antecedentes
  - 1.1 El Agente etiológico. *Trypanosoma cruzi*
  - 1.2 El parásito en el vector
  - 1.3 Formas de transmisión
  
  - 2.1 Características de la enfermedad en el hombre
  - 2.2 Diagnóstico
  - 2.3 Respuesta Inmune
  - 2.4 Tratamiento
  - 2.5 Profilaxis
  - 2.6 Control vectorial
  - 2.7 El vector
    - 2.7.1 Triatominos en México
    - 2.7.2 *Triatoma pallidipennis*
  
  - 3.1 Morfometría
  - 3.2 Caracteres cuantitativos
  - 3.3 Técnicas de medición
  - 3.4 Tipos de morfometría
    - 3.4.1 Morfometría geométrica
    - 3.4.2 Morfometría Tradicional
  - 3.5 Alometría
    - 3.5.1 Isometría
  - 3.6 Asimetría
  - 3.7 Dimorfismo Sexual
  
- III Objetivos
  - 1. Objetivo general
  - 2. Objetivos particulares
  - 3. Justificación del estudio

- IV Material y método
  - 1. Morfometría de cabeza
  - 2. Morfometría de alas
  - 3. Análisis univariado
  - 4. Precisión y Exactitud
  - 5. Análisis multivariado ACPMg y AD
  - 6. Asimetría
  - 7. Dimorfismo Sexual
  
- V Resultados
  - 1. Análisis univariado
  - 2. Precisión y Exactitud
  - 3. Análisis de Varianza
    - 4.1 Análisis discriminante con tamaño incluido
    - 4.2 Análisis discriminante tamaño excluido
    - 4.3 Análisis basado en condiciones geográficas de latitud y longitud
  - 5. Asimetría
  - 6. Dimorfismo sexual
  
- VI Discusión
  
- VII Conclusiones
  
- VIII Bibliografía
  
- IX Glosario

## Resumen

La enfermedad de Chagas tiene gran importancia epidemiológica en toda América Latina, en México *Triatoma pallidipennis* es uno de los principales vectores trasmisores de la enfermedad. En el presente estudio se analizaron mediante morfometría tradicional 202 cabezas y 202 pares de alas de *Triatoma pallidipennis* provenientes del Estado de México, Michoacán, Oaxaca, Colima y Jalisco.

Se realizaron las mediciones de caracteres de cabeza y alas de cada organismo, las cuales se utilizaron para realizar comparaciones entre las poblaciones por medio de los análisis multivariados ACPmg (Análisis de componentes principales multigrupo) y AD (Análisis Discriminante), para separar tamaño – forma, también se examinó el dimorfismo sexual y la asimetría de alas. Finalmente se hizo una diferenciación de las poblaciones con base en sus características geográficas de altitud y longitud.

Los resultados demostraron que las poblaciones se empiezan a diferenciar, polarizándose hacia los extremos las poblaciones de Oaxaca y Jalisco. Entre estas poblaciones encontramos en orden creciente después de Oaxaca, la del Estado de México, Michoacán, Colima y Jalisco. El dimorfismo sexual se observó en todas las poblaciones estudiadas. De la misma manera se encontró asimetría direccional y fluctuante en todas las poblaciones.

En el análisis de diferenciación realizada con base en las condiciones geográficas de altitud y longitud se encontró un inicio de diferenciación morfométrica entre las tres poblaciones establecidas.

En este estudio se observó que las variaciones de hospedero y condiciones locales todavía no se traducen en diferencias significativas que se puedan valorar mediante la morfometría tradicional entre las poblaciones de los estados de Oaxaca, Michoacán, Colima, Jalisco y Estado de México debido probablemente a que son poblaciones con características morfométricas muy parecidas.

Palabras clave: *Triatoma pallidipennis*, enfermedad de Chagas, morfometría.

# I INTRODUCCIÓN

## 1. Enfermedad de Chagas

La Tripanosomiasis americana o enfermedad de Chagas fue descubierta en 1909 por el científico brasileño Carlos Ribeiro Justiniano das Chagas, quien realizó sus trabajos en el Instituto Oswaldo Cruz en Río de Janeiro e identificó a *Trypanosoma cruzi* agente etiológico de la enfermedad, al cual nombró así en honor a su profesor el Dr. Oswaldo Cruz. Chagas describió las principales manifestaciones de la enfermedad, el ciclo de vida del parásito, el insecto vector hematófago (Reduviidae: Triatominae) y un grupo de mamíferos<sup>1</sup>: *Didelphys marsupialis* (tlacuache), *Dasyus novemcinctus* (armadillo), *Mus musculus* (ratón), *Sciurus vulgaris* (ardilla), *Bos taurus* (toro) que actúan como reservorios<sup>2</sup>.

La enfermedad de Chagas constituye una amenaza permanente para casi la cuarta parte de la población de América Latina, aunque la enfermedad se encuentra en México, toda América Central y América del Sur, sus manifestaciones y características epidemiológicas son muy variables entre una y otra zona endémica. Existe gran diversidad en las tasas de prevalencia, formas de transmisión, características parasitarias, patología clínica, reservorios y vectores<sup>3</sup>.

En 1997 se calculó que esta enfermedad afectaba entre 16 y 18 millones de personas en 18 países y que 100 millones de personas estaban en riesgo de adquirir la infección produciéndose 45,000 muertes anuales por esta enfermedad<sup>4,5</sup>.

En algunos países de América Latina se han emprendido acciones coordinadas de control, logrando que en los últimos años el número de personas infectadas disminuyera a cifras cercanas a 12 millones<sup>6</sup>.

De acuerdo con estadísticas del Banco Mundial, la enfermedad de Chagas se encuentra entre las enfermedades parasitarias de mayor impacto social negativo en América Latina en términos de años/potencia de vida perdidos, superando a la malaria y quedando en cuarto lugar entre las enfermedades infecto-contagiosas, apenas superada por las enfermedades respiratorias, las enfermedades gastrointestinales y el SIDA<sup>7</sup>. Este peso médico-

social se debe básicamente al gran número de individuos infectados y a la morbi-mortalidad potencial de la enfermedad de Chagas, debida principalmente a la forma crónica cardíaca, que incide entre el 10 al 40% de los portadores de la infección. Si bien la transmisión del parásito se ha venido interrumpiendo en la mayor parte de América del Sur<sup>8</sup>, esto no sucede en México, donde los niveles de transmisión permanecen sin cambio aparente<sup>9</sup>.

Con base en los riesgos existentes en las diferentes regiones del país debido a la altitud, temperatura y humedad así como en los datos de transmisión por transfusión sanguínea que se conocen, se estima que en México 28 millones de individuos están en riesgo de enfermar con *T. cruzi* y que surgen 44,000 casos nuevos por año<sup>2,10,11,12</sup>.

## **2. Epidemiología**

Los dos primeros casos de la enfermedad de Chagas descritos en la República Mexicana, fueron localizados por Mazzotti (1940)<sup>13</sup> en el estado de Oaxaca. La información referente a la enfermedad de Chagas en México es escasa y su importancia en la salud pública ha permanecido en debate hasta la fecha<sup>14,15,16</sup>.

La existencia de este padecimiento en México, se ha establecido según varios criterios aislados y en muy pocos casos con más de uno de ellos<sup>10</sup>. De esta manera por serología se han detectado casos positivos en la región de la Costa del Pacífico, en Chiapas (3.6%), Oaxaca (21.3%) y recientemente en Jalisco (18%) así como en Yucatán<sup>16</sup>.

En la Encuesta Nacional Seroepidemiológica (ENSE) publicada en 1992, se analizaron 66,678 muestras representativas de todas las entidades federativas del país y a pesar que la cobertura del estudio para la investigación de esta enfermedad no fue la óptima, los resultados indicaron que la enfermedad de Chagas tiene una seroprevalencia del 1.6% y se presenta irregularmente en todo el territorio nacional. La prueba utilizada fue la Hemoaglutinación Indirecta, y el título de anticuerpos considerado positivo, fue 1:8<sup>17</sup>.

El padecimiento también se ha identificado por la detección de las anomalías en electrocardiograma (ECG) combinadas con la seropositividad. Así la frecuencia de las anomalías reportadas por ECG en individuos seropositivos fue del 17.1% y 20% en Chiapas y Oaxaca, con la estimación de un riesgo relativo de 2.9 y 8.3 respectivamente, la comparación de gente infectada y no infectada esta estimada por encima del 13% en la variación del ECG<sup>16</sup>.

Se dispone de muy pocos datos epidemiológicos sobre la enfermedad crónica en México. Se han descrito varios casos aislados en algunos estados<sup>10,17,18,19,20</sup>. Entre 1993 y 1998 las autoridades de salud reportaron un total de 441 casos nuevos de cardiomiopatía chagásica crónica<sup>21</sup>, a pesar de que 85% de los casos de insuficiencia cardiaca son chagásicos. En 2002 se reportó que hay decenas de miles de individuos con enfermedad crónica y que por lo menos 5,000 de ellos tienen cardiopatía chagásica crónica<sup>22</sup>.

## II ANTECEDENTES

### 1. El agente etiológico

El mal de Chagas es causado por un parásito protozooario llamado *Trypanosoma cruzi*, que alterna durante su ciclo de vida natural entre un huésped vertebrado y uno invertebrado<sup>23</sup>.

La clasificación taxonómica del *Trypanosoma (Schyzotrypanum) cruzi*, según Gilles (1999)<sup>16</sup> es la siguiente:

Phylum Protozoa  
Subphylum Sarcomastigophora  
Superclase Mastigophora  
Clase Zoomastigophora  
Orden Kinetoplastida  
Familia Tripanosomatidae  
Género *Trypanosoma*

Subgénero *Schyzotrypanum*, e.g. *Trypanosoma cruzi*

Su ciclo vital se lleva a cabo en dos hospederos: el vector que es un insecto reduvido hematófago y el vertebrado, que incluye al hombre. Además, muchos animales silvestres y domésticos actúan como reservorio<sup>10,16,17</sup>.

El género *Trypanosoma* ha sido dividido en dos Secciones: Salivaria y Stercoraria. *T. cruzi* se incluye en esta última sección debido a que se transmite a través de las heces de su vector invertebrado<sup>24</sup>. La transmisión de *T. cruzi* a las personas por vectores, ocurre cuando los humanos entran a formar parte del ciclo de vida del parásito, generalmente en calidad de huéspedes accidentales, y por tanto es denominada una zoonosis<sup>25,26,27,28</sup>. Es una enfermedad parasitaria de animales silvestres que es transmitida por especies silvestres de triatominos al hombre<sup>29</sup>. La domesticación de animales silvestres<sup>30</sup> y el disturbio de su ambiente natural<sup>31</sup> ha favorecido la invasión y ha incrementado la adaptación de algunas especies de triatominos a la habitación humana, dando como resultado ciclos de transmisión domiciliarios<sup>32</sup>.

La enfermedad de Chagas puede ser considerada como el resultado de interacciones ecológicas complejas entre parásitos, mamíferos (huéspedes

reservorios) y poblaciones humanas que viven en condiciones de riesgo de infección. Varios factores pueden favorecer la transmisión del parásito a las personas: a) factores biológicos independientes de la actividad humana y relacionados con los parásitos y sus vectores; b) los aspectos bioclimáticos-ecológicos que determinan la distribución relativa de la población del vector y huéspedes silvestres y c) aspectos socio-ecológicos dependientes de la intervención humana, como la colonización de áreas boscosas, la deforestación, cambios ambientales ligados al desarrollo de algunas actividades económicas, las condiciones socioeconómicas precarias, la higiene doméstica deficiente así como algunos otros patrones sociales y culturales, favorecen la colonización de las casas por triatominos.

*Trypanosoma cruzi* en la sangre se describe típicamente como una pequeña "C" alargada en punta, con un cinetoplasto largo, redondo u oval, de diámetro aproximado 1.2  $\mu\text{m}$  y cercano a la parte terminal posterior, un flagelo libre y una membrana ondulante con dos ó tres repliegues superficiales<sup>6</sup>. El único flagelo que el parásito posee nace del cuerpo basal (cinetosoma) que está situado cerca de la envoltura mitocondrial del cinetoplasto y surge por el bolsillo flagelar. El conjunto formado por el flagelo más el cinetosoma, constituye el órgano de locomoción del parásito. El aparato de Golgi está ubicado cerca del bolsillo flagelar sin conectarse con el cuerpo basal ni con el flagelo. El núcleo del parásito es de naturaleza fibrilar y cuando empieza a replicarse se observan cúmulos de material genético adyacentes a la membrana nuclear. El cuerpo del parásito está limitado por la membrana citoplasmática que tiene de 8-10 nm de espesor y por debajo de ella se encuentra un sistema complejo de membranas y micro fibrillas<sup>33</sup>.

Las poblaciones de *T. cruzi* muestran una gran diversidad genética y fenotípica. Las cepas difieren en su morfología, estructura antigénica, virulencia y susceptibilidad al tratamiento específico. Se han realizado estudios para establecer posibles asociaciones entre las diferentes cepas y las formas clínicas de la enfermedad, pero los resultados han sido controvertidos<sup>34</sup>. Las técnicas usadas para la caracterización de tal diversidad incluyen caracterización de

péptidos, esquizodemos (patrón de fragmentos de DNA obtenidos por acción de enzimas de restricción) y zimogramas (patrón de movilidad electroforética de algunas enzimas), así como amplificación-hibridación de DNA y análisis molecular como el "riboprinting" y la amplificación al azar de fragmentos polimórficos de DNA (RAPD)<sup>34,35</sup>. *T. cruzi* posee un polimorfismo genético considerable<sup>31</sup>. Diferentes estudios llevados a cabo utilizando electroforesis enzimática multilocus han demostrado que las poblaciones naturales de *T. cruzi* tienen una estructura clonal<sup>36,37,38</sup>, lo que ha llevado a la subdivisión del taxón en dos linajes principales: *T. cruzi* I y *T. cruzi* II<sup>37,38</sup>, cada linaje es genéticamente heterogéneo.

*T. cruzi* I es el linaje prevaleciente en los ciclos silvestres y además es el que infecta al hombre en la región norte de América del Sur, América Central y América del Norte<sup>39</sup>. Este linaje está genéticamente muy diversificado. Por otro lado, *T. cruzi* II ha sido dividido en cinco grupos con base principalmente en datos provenientes del análisis de marcadores moleculares, empleando la técnica de RAPD<sup>40</sup>. En estos grupos quedan ubicadas determinadas cepas de ciclo silvestre y las que infectan a poblaciones humanas del Cono Sur (Argentina, Bolivia, Brasil, Chile y Paraguay). En un estudio realizado en México<sup>35</sup>, con la técnica de RAPD, se caracterizaron a 56 cepas de *T. cruzi* aisladas de diferentes huéspedes vertebrados mexicanos de diferente origen geográfico, con el resultado de que el 98% de los parásitos aislados pertenecían a *T. cruzi* del linaje I.

Espinoza<sup>34</sup> describe aislamientos de *T. cruzi*, que al ser probados en un modelo experimental con ratones demostraron alta y baja virulencia, cuando estos aislamientos fueron analizados mediante la técnica de polimorfismo de espaciadores de genes de rRNA, demostraron que poseían genotipos diferentes. La relación entre genotipos y características biológicas tales como infectividad y virulencia no se entiende claramente y esta aún en debate<sup>41,42,43</sup>. Es necesario realizar más estudios sobre los mecanismos de patogenicidad para entender mejor las implicaciones biológicas de la variabilidad entre cepas mexicanas<sup>35</sup>.

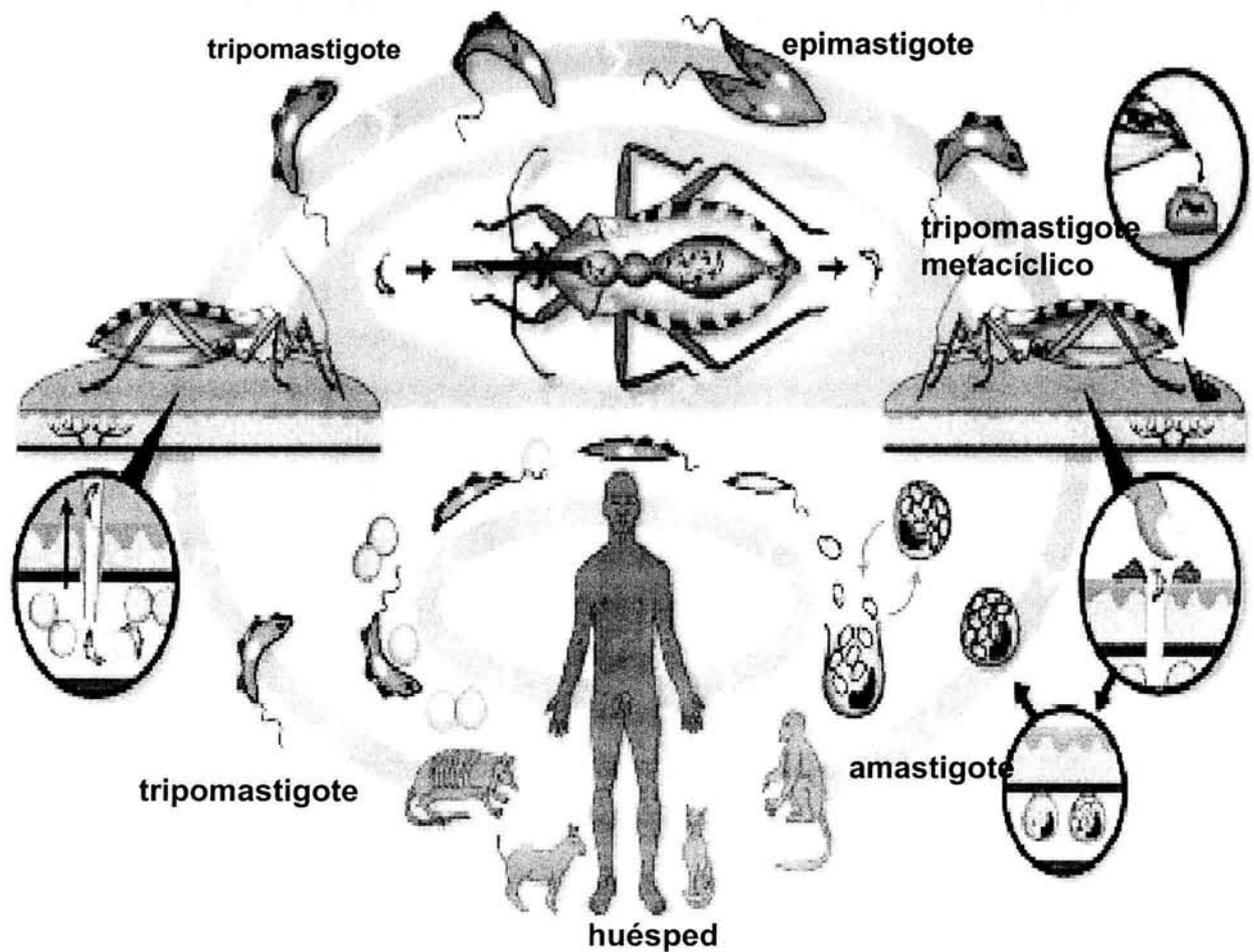
## 1.2 El parásito en el vector

*Trypanosoma cruzi* es un protozoo que presenta durante su ciclo de vida una variedad de formas, tanto en el insecto vector como en el huésped mamífero. Se han descrito tres formas del parásito que se nombran con base en la posición del cinetoplasto y de la presencia o ausencia del flagelo<sup>44</sup>. Durante su ciclo de vida presenta diferentes estados morfológicos y fisiológicos con características propias, las cuales manifiestan su adaptación a los distintos huéspedes en los que se desarrolla (Fig. 1).

Durante su ciclo de vida, *Trypanosoma cruzi* presenta 4 estados de desarrollo<sup>23,45</sup>:

- Tripomastigote: es la forma infectante del parásito. Mide 20–25 x 2-4  $\mu\text{m}$ , posee un flagelo y membrana ondulante muy evidentes que le confieren gran movilidad, se encuentra en la sangre del huésped mamífero (tripomastigote sanguíneo) y en la parte terminal del tracto digestivo de los vectores (tripomastigote metacíclico). Carece de capacidad replicativa.
- Epimastigote: es la forma de replicación del parásito dentro del vector y en los medios de cultivo de laboratorio. Mide 20 - 40 x 2 - 5  $\mu\text{m}$  y posee un flagelo que se origina por un costado del cuerpo del parásito y se libera por el extremo anterior, formando una membrana ondulante corta; es extremadamente móvil.
- Amastigote: es la forma replicativa intracelular del parásito en el huésped vertebrado. Tiene forma esférica con un diámetro de 2 - 4  $\mu\text{m}$ . No posee flagelo libre.
- Esferomastigote: es de forma esférica tiene un pequeño flagelo extracelular que bordea al cuerpo del parásito, estadio replicativo que se encuentra en el estómago del vector y se considera que es una etapa dada por un estado de estrés microambiental.

## *Trypanosoma cruzi* en vector



## *Trypanosoma cruzi* en huésped

Figura 1 Ciclo de vida de *Trypanosoma cruzi* en el que se muestran los diferentes estados morfológicos por los que pasa en ambos huéspedes, en la parte superior en el huésped invertebrado o vector y en la parte inferior en los distintos huéspedes vertebrados que parasita.

Los insectos infectados luego de alimentarse del mamífero, depositan sus deyecciones que contienen a las formas infectantes del parásito; estas penetran por la mucosa o por erosiones de la piel, a veces aprovechando el mismo orificio o lesión provocada por la picadura del insecto. El huésped al rascarse favorece la penetración del parásito.

Después de atravesar la piel, el tripomastigote penetra en las células; *T. cruzi* puede infectar a cualquier célula nucleada, aunque tiene preferencia por las células fagocíticas y las musculares. En general, los tripomastigotes metacíclicos

dejados por el insecto durante la picadura se introducen en las células fagocíticas locales, lo que da origen a una reacción inflamatoria conocida como chagoma de inoculación. Una vez ubicado intracelularmente, el parásito se diferencia en amastigote y se multiplica por fisión binaria constituyendo los denominados “nidos de amastigotes”. Después de cierto número de multiplicaciones, los amastigotes se diferencian a tripomastigotes circulantes, los cuales, previa ruptura de la célula huésped, son liberados a la circulación. El parásito circulante invade nuevas células, adquiere la forma de amastigote, vuelve a multiplicarse en ellas y a diferenciarse a tripomastigote, repitiéndose así el ciclo; lo que resulta en una parasitemia persistente con presencia constante de parásitos para el vector. El número de parásitos circulantes estará limitado por la respuesta inmune del huésped invertebrado o vertebrado sin embargo; esta respuesta es incapaz de erradicarlos.

El ciclo de vida continúa cuando un triatmino libre de infección busca alimento en un mamífero parasitado. Los parásitos circulantes ingeridos se diferencian a epimastigotes, los cuales se multiplican en el estómago y son los responsables de la persistencia de la infección durante toda la vida del insecto.

Estos epimastigotes pasan al intestino de los triatminos en donde se adhieren a la pared del colon y ahí se produce el proceso de metacicloogénesis mediante el cual los epimastigotes se diferencian en tripomastigotes metacíclicos que son el estadio infectante del parásito<sup>46</sup>. Este insecto al volver a alimentarse eliminará con las heces al parásito, que al penetrar en otro mamífero, reiniciará el ciclo natural.

### **1.3 Forma de transmisión**

El parásito se transmite en el hombre bajo las siguientes modalidades:

- Transmisión vectorial o vía de infección chagásica entomológica a través de las heces de triatmino que ocasiona del 80% - 95% de las infecciones humanas, es la vía de transmisión más importante<sup>47</sup>.
- Transfusión de sangre infectada (conteniendo tripomastigote sanguíneo): es la segunda en importancia, principalmente en centros urbanos, donde

el riesgo de transmisión por este mecanismo se ve aumentado debido a la población campesina que migra a las ciudades industrializadas o turísticas en busca de trabajo<sup>11</sup>.

- Maternofetal (vertical o congénita): la infección del producto por este mecanismo puede producirse durante la vida intrauterina por vía transplacentaria o en el momento del parto. En general, esta modalidad de infección afecta a menos del 3% de los hijos de madres chagásicas<sup>48</sup>.
- Oral: por ingestión de comida contaminada con heces de triatomíneos infectados<sup>49</sup>.
- Trasplantes de órganos: el desarrollo de tecnología médica nueva, (donde la colonización del receptor se ve favorecida por la inmunosupresión terapéutica) ha originado nuevos mecanismos de transmisión, éstas últimas fuentes son controlables si se realiza un diagnóstico serológico en los donadores de las muestras de sangre transfusional o de órganos<sup>7,23,50</sup>.

## **2.1 Características de la enfermedad en el hombre**

La enfermedad de Chagas cursa tres distintas etapas. Comienza con una fase aguda que se caracteriza por un síndrome febril-infeccioso difuso, seguida por una fase indeterminada – asintomática y silenciosa- que finaliza, en una etapa crónica con lesiones manifiestas e irreversibles, sobre todo de tipo cardíaco.

Otra peculiaridad de esta enfermedad es el largo tiempo que transcurre generalmente entre la fase aguda y la manifestación de las alteraciones en la fase crónica, llegando a presentarse de 5 a 20 años (o más) después del inicio de la infección.

La importancia médica de este mal radica en que produce formas de enfermedad mortal tanto en niños como en adultos. Es la miocarditis específica más frecuente en América Latina que, luego de un periodo de varios años, termina en una miocardiopatía con lesiones irreversibles, así mismo origina trastornos del aparato digestivo, sobre todo en las vísceras huecas (megaesófago, megacolon), presumiblemente por destrucción neuronal de los ganglios

parasimpáticos intra murales del tubo digestivo. También se han descrito alteraciones del sistema nervioso central (encefalitis, neuropsicopatías)<sup>51</sup>.

En la evolución de la tripanosomiasis americana se distinguen dos procesos diferentes:

1. La infección con *T. cruzi*, que no produce signos ni síntomas patológicos y sólo se manifiesta por la presencia transitoria de *T. cruzi* circulantes o de inmunoglobulinas específicas anti-*T. cruzi* en la sangre.
2. La enfermedad de Chagas que se manifiesta clínicamente y que presenta las tres fases siguientes:

a.- Fase aguda: El paciente tiene una alta parasitemia y una respuesta inflamatoria general de intensidad variable, los síntomas clínicos incluyen fiebre, dolor de cabeza, edema periférico, chagoma, (signo de Romaña), linfadenitis, hepatomegalia y esplenomegalia. Generalmente se presenta durante los primeros años de vida en las zonas endémicas y provoca una mortalidad cercana al 15% por miocarditis o meningoencefalitis. La reacción inflamatoria a la infección aguda del huésped, puede también participar en el daño al sistema nervioso; es reforzada por la respuesta inmune. Una alta proporción de niños (40-50%) no muestran signos clínicos de la infección; siendo el más frecuentemente documentado la hepatomegalia (<20%). En los niños coinfectados con VIH la infección es grave, y la medicación puede provocar efectos adversos de mediana intensidad. En esta etapa también existe hipersensibilidad tardía, al terminar la fase aguda el enfermo queda asintomático y el número de parásitos circulantes puede ser insignificante<sup>52</sup>.

b.- Fase indeterminada: Es asintomática y puede durar entre 5 a 20 años o por toda la vida del paciente, durante los cuales el sistema inmune parece ser capaz de reducir los tripomastigotes a niveles por debajo de los detectables con el microscopio. Se encuentran focos de miocarditis y disminución de neuronas del plexo parasimpático; en la mayoría de los casos no vuelve a causar problemas<sup>52</sup>.

c.- Fase crónica: Se desarrolla en 30-40% de los pacientes infectados, los síntomas crónicos en adultos son arritmias y dilatación del corazón, esófago y

colon. También se ha descrito el crecimiento anormal del hígado, intestino, esófago, uréteres y vejiga. La parasitemia persistente contribuye al desarrollo de la patología crónica y las lesiones nerviosas que se producen durante la fase aguda de la infección son responsables de las manifestaciones tardías de la fase crónica. La fase crónica es altamente incapacitante y puede conducir a fallo cardíaco y muerte<sup>53,54</sup>.

## **2.2 Diagnóstico**

En la fase aguda pueden observarse los *T. cruzi* como organismos móviles en un examen en fresco de la sangre parasitada. La etapa aguda se confirma por la prueba del microhematocrito que concentra los parásitos y facilita su observación. También es útil la extensión de sangre (frote), teñida con derivados de Romanowsky a pesar de tener baja sensibilidad (60%)<sup>16,23</sup>. El serodiagnóstico es útil en niños mayores de seis meses de edad. Después de tres a cuatro semanas de iniciada la infección, se encuentran anticuerpos en el suero que protegen de la infección, aunque aparentemente no modifican el curso de la enfermedad en el individuo ya infectado<sup>16</sup>. Estos anticuerpos están presentes durante toda la vida de la persona y permanece positiva en 90% de los huéspedes tratados y curados<sup>53</sup>.

En las fases indeterminada y crónica, la presencia del parásito puede mostrarse por medio de hemocultivo, inoculación a ratones recién nacidos, por xenodiagnóstico o PCR. Se dispone de varias pruebas serológicas como son: ELISA, Inmunodetección Western-blot, que tienen un valor predictivo diferente, se sugiere hacer por lo menos dos pruebas para confirmar el diagnóstico. La prueba de anticuerpos fluorescentes (IFI) demuestra la evidencia de que el huésped ha sido expuesto a los antígenos de *T. cruzi*<sup>53</sup>.

## **2.3 Respuesta Inmune**

Cuando penetra el parásito a las células del organismo lo hace a través de una vacuola parasitofora, que cuando estalla libera tanto tripomastigotes como epimastigotes que en la región intersticial inducen una reacción inmune celular

específica que ocasiona la aparición de una reacción inflamatoria local y aguda con exudación de células mononucleadas alrededor del área de necrosis. Conforme avanza la respuesta inmune, el nivel de parásitos en sangre y tejidos disminuye, sin embargo los parásitos no son eliminados por completo aún en presencia de linfocitos Th1 (IL-2 y IFN  $\gamma$ ) o de anticuerpos IgM e IgG circulantes.

Los mecanismos implicados en la evasión de la respuesta inmune por parte del parásito son muy complejos y poco entendidos<sup>55</sup>. La inflamación local aguda, evoluciona a una fase crónica asintomática y la parasitemia es controlada mediante mecanismos múltiples que incluyen fijación de complemento, anticuerpos y linfocitos citotóxicos (CD8<sup>+</sup>) los cuales son activados por linfocitos CD4-Th1<sup>56</sup>. La importancia de la inmunidad celular se apoya en la observación de que cuando hay inmunosupresión se encuentra una mayor parasitemia.

Después de la fase aguda y de que se desarrolla una respuesta inmune específica ocurre un equilibrio entre el huésped y el parásito el cual puede durar toda la vida del huésped. El *T. cruzi* se comporta como un verdadero parásito y no mata al huésped y el sistema inmune del huésped no mata a todos los parásitos. A pesar de que se puede detectar una respuesta inmune y celular contra *T. cruzi*, este parásito evade la respuesta inmune penetrando y proliferando dentro de las células del huésped. La fase de equilibrio se conoce como fase indeterminada, en esta los pacientes presentan serología positiva a antígenos de *T. cruzi* pero no presentan signos ni síntomas de la enfermedad.

Entre 10-15% de los individuos infectados desarrollan una enfermedad crónica del corazón caracterizada por miocarditis difusa y fibrosa y se encuentran muy pocos parásitos o no se encuentran. Se han propuesto diferentes mecanismos para explicar esto, uno de ellos es que la miocarditis resulta de la destrucción gradual de las fibras del corazón por los parásitos, otro es que hay hipersensibilidad dirigida hacia los antígenos del parásito la cual también afecta a las células del corazón. Otro mecanismo propuesto es el autoinmune, el cual es apoyado por diferentes autores y para el cual Sadigursky ha demostrado que *T. cruzi* tiene antígenos que inducen anticuerpos que reaccionan de forma cruzada contra antígenos presentes en el músculo

cardíaco. La respuesta inmune dirigida a la proteína del parásito puede inducir una reacción anti-idiotípica que daña al corazón<sup>57</sup>. En pacientes con megaesófagos y megacolon es muy difícil correlacionar la patogénesis con la caracterización de células del proceso inflamatorio.

## **2.4 Tratamiento**

Existen dos medicamentos que se usan comúnmente para el tratamiento específico de la infección por *T. cruzi*. Nifurtimox, manufacturado por la Cía. Farmacéutica Bayer bajo el nombre de Lampit® que debe ser administrado a una dosis de 10 - 15 mg/Kg de peso corporal por día, y el Benznidazol, manufacturado por Roche bajo los nombres de Radanil®, Rochagan® o Ragonil®, administrando 5 - 7 mg/Kg de peso corporal por día. El tratamiento con ambos medicamentos está indicado para infecciones agudas o recientes y en casos congénitos, con una gran posibilidad de cura radical.

En general la cura completa puede esperarse con el tratamiento inmediato de infecciones accidentales y 30 - 70% de cura para tratamiento de infecciones fuera de la etapa aguda. Si la cura completa no se logra, el tratamiento puede prevenir la mortalidad durante la fase aguda de la infección y puede reducir la progresión de la enfermedad en la subsiguiente fase crónica, especialmente en lo relacionado con las lesiones cardíacas<sup>8</sup>. Sin embargo los fármacos no están disponibles para muchos de los pacientes en algunos países endémicos, debido a que no han sido registrados, o a su elevado costo<sup>58</sup>.

## **2.5 Profilaxis**

Muchas formas de inmunizaciones han sido probadas, pero ninguna ha sido efectiva y tampoco existen fármacos que puedan ser utilizados para prevención<sup>8</sup>.

## **2.6 Control vectorial**

El uso de insecticidas convencionales sigue siendo el principal método de control vectorial. Estos insecticidas son compuestos organoclorados (ej. BHC, Dieldrin), organofosfatos (ej. Malatión, fenitrotión), carbamatos (ej. Propoxur), y modernos

piretroides (ej. Deltametrina). La ventaja que tienen los piretroides radica en que son baratos, efectivos, accesibles y seguros para mamíferos, mientras que sus desventajas incluyen la pérdida de actividad residual en paredes de adobe poroso y hábitats peridomésticos<sup>8</sup>.

Las concentraciones que se recomiendan para el control del vector por el Instituto Nacional de Salud Pública (INSP) en México son: de K-OTHRIN, pH 5; dosis de 25 mg/ m<sup>2</sup> polvo humectante y SOLFAC pH 10; dosis 50 mg/m<sup>2</sup> ó 10 gr por cada litro de agua. Es importante hacer el rociado cada seis meses por personal especializado y con equipo adecuado.

## 2.7 El vector

Es el insecto que se encuentra en forma natural infectado con *Trypanosoma cruzi* y que pertenece a la subfamilia de los triatominos, comúnmente llamados en México “chinche besucona” o “chinche hocicona”, reciben el nombre de vector ya que es el medio a través del cual el parásito llega al hombre.

El primer registro de triatominos en América data del año 1590, cuando el padre Lizárraga los describe en su viaje a la Argentina, en la provincia de Tucumán. Carlos Darwin se refiere a los triatominos cuando narra su pasaje por América del Sur, en su viaje alrededor del mundo<sup>30</sup>. En América la gran mayoría de las especies de triatominos se distribuyen desde los grandes lagos en Estados Unidos (paralelo 40 de latitud norte), hasta el sur de Argentina (paralelo 46 de latitud sur). Este hecho señala al continente americano como centro de origen y diversificación de estos insectos<sup>30</sup>, y las especies del viejo mundo pudieron desarrollarse por evolución paralela a partir de un ancestro reducido común. Fuera del continente Americano solo existen 13 especies de triatominos. Clasificación taxonómica de *Triatominae*<sup>29,59</sup>.

Clase	Insecta
Orden	Hemiptera
Suborden	Heteroptera
Familia	Reduviidae
Subfamilia	Triatominae

Las características morfológicas que permiten situar a los heterópteros de la familia Reduviidae son: la inserción lateral de sus antenas que normalmente tienen cuatro segmentos y son filiformes, un rostro o probóscide con tres segmentos que no se extiende más allá del prosterno, la presencia casi constante del canal estridulatorio, un cuello bien diferenciado y la presencia de glándulas de Brindley<sup>60</sup>. Todos los hemípteros heterópteros se alimentan mediante la succión de líquidos orgánicos<sup>60</sup>. La mayoría de los hemípteros son fitófagos. Sin embargo en la familia Reduviidae se agrupan otros dos tipos de insectos: uno depredador que se alimenta de insectos, y otro estrictamente hematófago, los Triatominae<sup>61</sup>.

Los Triatominae son insectos alados o ápteros (dependiendo del estadio en el que se encuentren) aplanados dorsoventralmente, tienen un aparato bucal picador-succionador y tres pares de patas, son ovíparos, y su metamorfosis es incompleta o gradual. Presentan una cabeza pequeña que posee ojos compuestos y ocelos, una probóscide y antenas. Las antenas se presentan por delante de los ojos y su forma de implantación permite la caracterización de los géneros de triatominos<sup>59</sup>.

Usinger en 1944 presentó una hipótesis filogenética para el origen de los Triatominae, agrupándolos en cuatro tribus. Dentro de la tribu *Triatomini* reconocida por la presencia de tubérculos ocelares postero-laterales y clípeo adelgazado hacia el ápice, características que pueden considerarse apomórficas, se encuentra el género *Triatoma* caracterizado a su vez por tener la cabeza larga y subcilíndrica y el escudete sin tubérculos basales y espina terminal roma. En el mismo trabajo dividió al género en grupos de especies, con base en características como el tamaño de los adultos, la presencia o ausencia de sensillas revistiendo el cuerpo y en caso de tenerlos, pueden ser erectos o estar pegados a la superficie, el tamaño del primer artejo antenal, tamaño y forma de la espina escutelar, el grado de aplanamiento de la superficie ventral del abdomen y la presencia o ausencia de la fosa tibial<sup>14</sup>.

Posteriormente Lent y Wygodzinsky en 1979<sup>29</sup> dividieron al género *Triatoma* en grupos y subgrupos de especies, empleando características de las

ninfas de primero y quinto estadio de desarrollo y en menor proporción, de los adultos. A las especies que tenían mayor cantidad de similitudes morfológicas las constituyeron en complejos. Sin embargo, debido a la carencia de ejemplares juveniles, muchas especies fueron agrupadas provisionalmente en estos grupos, con base en la similitud de las formas adultas principalmente y en su distribución geográfica.

Los triatominos tienen un ciclo de vida en el que pasan desde huevo, por cinco estadios ninfales hasta llegar al estado adulto como hembra o macho. Los huevos ovoides y operculados suelen ser blancos o rosados, a menudo tornándose más oscuros a medida que el embrión se desarrolla. La oviposición tiene una periodicidad circadiana y generalmente empieza a los 10 - 20 días después de la primera cópula. Las hembras no apareadas pueden depositar algunos huevos estériles. Ordinariamente sin embargo, las chinches hembras copulan varias veces y pueden retener el esperma durante un período prolongado. Cada hembra puede depositar de 100 a 600 huevos durante su vida adulta de 3 - 12 meses, según la especie y la cantidad de sangre ingerida. Los huevos son depositados individualmente o en grupos, unos cuantos a la vez, y por lo general eclosionan al cabo de 10-40 días, según la especie y la temperatura. Las ninfas recién emergidas son blandas, de color rosado, pero su cutícula no tarda en endurecerse y oscurecerse; estas ninfas están listas para su primera comida de sangre a los 2 ó 3 días después de la eclosión, pero pueden sobrevivir sin alimentarse por varias semanas si no disponen de huésped<sup>44</sup>. Las ninfas suelen alimentarse de los mismos huéspedes que los adultos. En buenas condiciones, cada ninfa toma aproximadamente 8-9 veces su propio peso de sangre, mientras que los adultos suelen tomar 2-4 veces su propio peso. Las ninfas de quinto estadio suelen tomar la mayor cantidad de sangre, entre 200 y 1000 mg en el caso de las especies asociadas con el hombre. A veces una sola comida de sangre hasta la repleción basta para iniciar la muda al próximo estadio. La mayoría de las especies tardan 10-20 minutos en alimentarse y los movimientos del huésped las molestan fácilmente por lo tanto, es más común que cada ninfa tome varias comidas más pequeñas entre mudas sucesivas<sup>44</sup>.

Actualmente, la familia de los reduvidos, subfamilia Triatominae está dividida en cinco tribus: Triatomini, Rhodniini, Cavernicolini, Bolboderini y Alberprosenini, 17 géneros y 130 especies, solamente el género *Linshcosteus distant*<sup>62</sup> no se encuentra en América. En tres de estos géneros se encuentra la mayor parte de las especies que actúan como vectores en la transmisión de *T. cruzi* y se hallan distribuidas de la siguiente manera: 13 especies pertenecen al género *Rhodnius*, 13 del género *Panstrongylus* y 72 especies del género *Triatoma*. Estas especies constituyen complejos específicos<sup>63,64</sup>.

Inicialmente los triatominos vivían en medios silvestres, ocupando varios tipos de hábitats como: palmeras, nidos de aves, grutas de piedras, troncos de árboles y se caracterizan por tener siempre cerca un mamífero como fuente de alimentación. Este grupo de insectos muestra variaciones graduales en cuanto a su capacidad de adaptación al ambiente doméstico y peridoméstico (gallineros, corrales, patios, etc.). La mayoría de las especies continúan en el hábitat silvestre, mientras que un pequeño número de ellas se ha domiciliado, habiéndose clasificado a éstos insectos en diferentes grupos de acuerdo a su hábitat y capacidad de domiciliación<sup>25</sup>:

- a) Especies silvestres con huéspedes y hábitats muy específicos que difícilmente se adaptarían a la vivienda humana (ambiente sinantrópico). Ej: *Cavernicola pilosa* (Barber, 1983) que se encuentra invariablemente asociada a murciélagos.
- b) Especies silvestres con hábitats especializados en que los adultos son encontrados ocasionalmente en las casas, a menudo atraídos por la luz. Ej: *Panstrongylus* (Latreille, 1811).
- c) Especies silvestres con ecotopos más generales, que ocasionalmente colonizan casas o peridomicilios. Ej: *T. rubrovaria* (Blanchard, 1843) y *T. platensis* (Neiva, 1913). Son insectos totalmente silvestres, que han iniciado recientemente un proceso de adaptación a la vivienda humana, encontrándose pequeños grupos de ellos en las casas o sus alrededores y que incluyen tanto ninfas como adultos.

- d) Especies que se han mantenido en ecotopos silvestres pero están también comúnmente asociadas con el ambiente domiciliario. Ej: *T. sordida* (Stâhl, 1859), *T. pallidipennis* (Stâl,1872). Son insectos adaptados al domicilio humano o aún en proceso de adaptación a éste. Las poblaciones de insectos de este grupo no llegan a altas densidades en las casas y poseen la capacidad de adaptarse a diversos ecotopos lo que les permite vivir en condiciones silvestres.
- e) Especies estrictamente adaptadas al ambiente domiciliario, como *T. infestans* (Klug, 1834) y restringidas al domicilio humano y sus anexos. Pueden alcanzar altas densidades de población llegando a veces a miles de individuos.

La categoría (a) esta constituida por especies que se han adaptado a hábitats estables dentro del ambiente silvestre, mientras que la categoría (e) esta constituida por especies que se han adaptado al ambiente domiciliario, que tiende a ser el hábitat más estable a través del tiempo, porque da alimentación, protección de climas extremos y depredadores. La combinación de estos factores permite una menor mortalidad, tasas de reproducción mayores, lo que propicia una alta densidad de población y la tendencia hacia una variabilidad genética reducida. Esta asociación con el huésped ha permitido la dispersión del vector en áreas donde no podría sobrevivir bajo otras condiciones<sup>30</sup>.

La categoría a la que una especie pertenece de acuerdo a esta clasificación indica el valor que le corresponde como transmisor de *T. cruzi*: el último grupo está formado por especies con un alto significado epidemiológico como vectores de la enfermedad de Chagas, mientras que el primer grupo está formado por especies exclusivamente silvestres que tienen importancia en el ciclo enzoótico de la parasitosis.

Las características de la vivienda y el peridomicilio están directamente relacionadas con la mayor o menor probabilidad de adaptación del triatomino al ambiente domiciliario. La transición de cualquier especie del medio silvestre al doméstico es invariablemente un fenómeno lento que puede dar lugar a adaptaciones genéticas y / o fenotípicas que pueden ser cuantificadas a través

de la morfometría<sup>65,66,67,68</sup>. Este aspecto adaptativo de las poblaciones se ha estudiado recientemente en algunas especies de triatominos y se ha observado que la cantidad total de DNA en individuos de poblaciones silvestres es mayor que en las poblaciones domiciliarias de la misma especie<sup>64</sup>.

## 2.8 Triatominos en México

En México se ha reportado que existen 29 especies de triatominos de las cuales 20 se han encontrado infectadas de manera natural con *T. cruzi*<sup>69,70,71</sup>. Las especies de mayor importancia médica son *Triatoma barberi*, *Triatoma dimidiata*, *Triatoma mazzottii* y *Triatoma pallidipennis*<sup>72</sup>.

## 2.9 *Triatoma pallidipennis*

Pertenece al complejo phyllosoma: sus principales características morfológicas son las siguientes: la longitud del macho es de 31 - 34 mm y la hembra de 32 - 35 mm. El ancho del pronoto del macho 6 - 7 mm y la hembra de 6 - 7.5 mm, la anchura del abdomen del macho 12 - 13 mm y la hembra de 13 - 16 mm. Tiene un cuerpo muy ancho con alas relativamente angostas. El color total va de pardo oscuro a negro, con manchas rojo anaranjadas sobre el cuello y conectivo, con un corio de color casi por completo blanco amarillento. La superficie dorsal posee numerosas setas, la mayoría son cortas de no más de 0.3 mm. La cabeza y el pronoto son negros, los hemélitros y las alas dejan al descubierto el conectivo y la porción lateral de los urotergitos (Fig. 2). Los hemélitros de las hembras llegan hasta el sexto urotergito y el de los machos hasta el séptimo<sup>29</sup>.

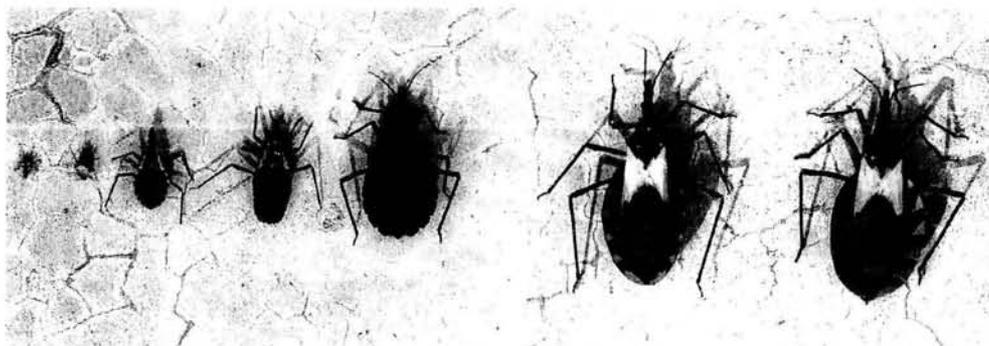


Figura 2 Etapas de desarrollo de *T. pallidipennis*

*T. pallidipennis* tiene una amplia zona de distribución en México y aparentemente es simpátrida con *T. barberi*, *T. longipennis* y *T. picturata*. Su distribución por el centro del país abarca desde el norte del estado de Zacatecas incluyendo los estados de Guanajuato, Querétaro, México, Puebla y Morelos; la costa del Pacífico desde Jalisco, Colima, Michoacán, Guerrero, y se han realizado algunas colectas en la altiplanicie de la región mixteca de Oaxaca. A lo largo de la costa del Golfo, solamente ha sido colectada en Veracruz<sup>71,73,74,75,76</sup> (Fig. 3). En el estado de Morelos *T. pallidipennis* es la principal especie de triatomo encontrada y se ha podido colectar en casas infestadas con todos los estadios de desarrollo (huevos, ninfas y adultos), en peridomicilios y del área silvestre tanto en las zonas rurales como en las urbanas<sup>2,77,78</sup>.

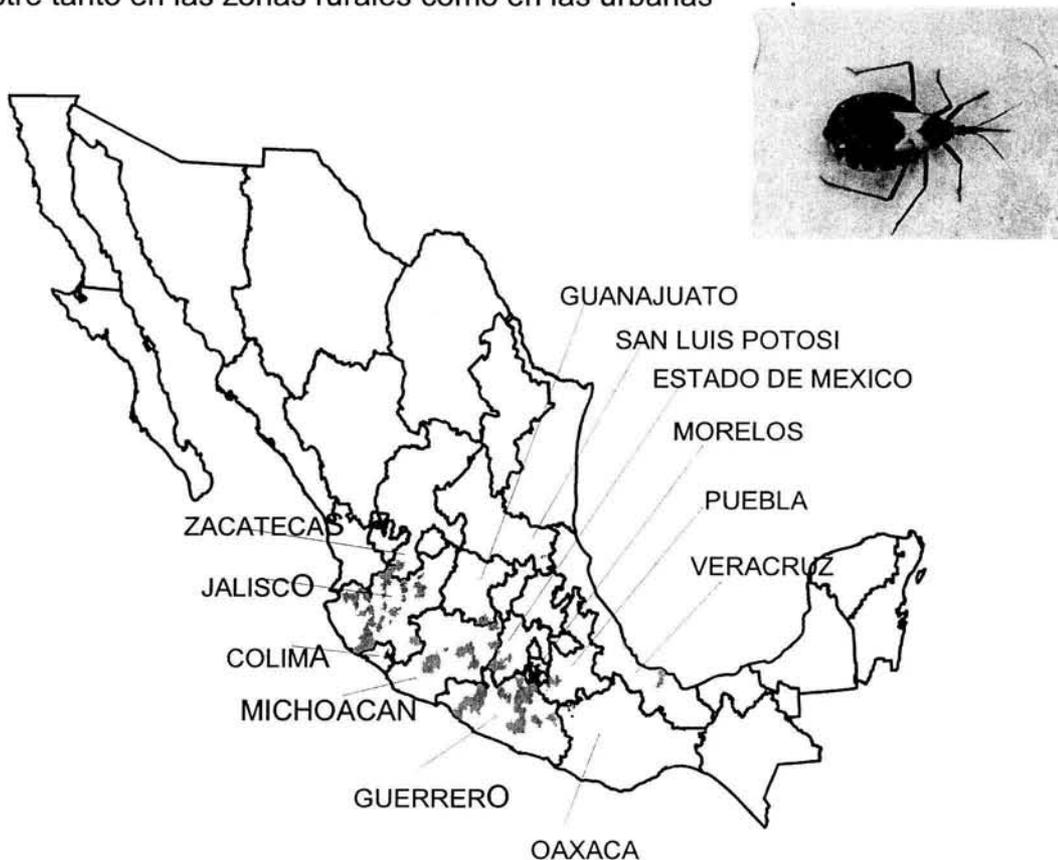


Figura 3 Distribución de *Triatoma pallidipennis*.

### 3. Morfometría

Etimológicamente la palabra morfometría proviene del griego “*morphos- morphe*” que significa forma o conformación y “*metron*” que significa medición. La morfometría es una rama de la biometría que es la ciencia que estudia las variaciones biológicas y la estadística resulta indispensable para su comprensión<sup>79,80</sup>.

El objetivo de la morfometría es proporcionar una estimación cuantitativa del fenotipo para estudiar sus variaciones con relación a los parámetros que son de interés para el investigador. Consiste en la medición del individuo entero o de segmentos anatómicos relevantes de éste para la definición e identificación de la especie estudiada, así como para estudiar la distribución de la misma, para esto utiliza la medición de caracteres cuantitativos.

Jaramillo y Dujardin<sup>81</sup>, nos dicen que las especies y las poblaciones se pueden confundir entre sí cuando se estudian los caracteres individualmente, pero se tornan en entidades propias cuando se consideran muchos caracteres en conjunto. La razón de ello estriba en que las fuerzas selectivas actúan sobre el conjunto de rasgos de la población. Tales fuerzas se manifestarán como la adaptación del grupo a la interacción entre los diversos factores internos y externos de los organismos.

Los cambios morfológicos normalmente acompañan al proceso evolutivo. En particular, las primeras modificaciones que resultan de la diferenciación por aislamiento geográfico son cambios en los caracteres cuantitativos. Teniendo esto en consideración, la morfometría tiene un lugar privilegiado dentro de las técnicas que exploran el proceso de microevolución, además de que es considerada como una herramienta muy sensible a los cambios ambientales.

Existen dos métodos para discernir si las diferencias métricas entre dos poblaciones son más que accidentes ambientales, una es eliminar el factor ambiental, mediante la crianza de dos generaciones de organismos en las mismas condiciones ambientales. Si las diferencias analizadas se repiten en la descendencia, serán consideradas con un origen genético. El otro método se basa en la idea de que la forma de un individuo es un carácter específico, menos

influenciado por el ambiente a diferencia del tamaño que sí lo es. Este método es más especulativo y se basa en la distinción entre tamaño y forma, con la idea de que la forma es un carácter menos influenciado, por el ambiente y es más aproximado a las diferencias evolutivas entre especies, por el contrario el tamaño es una variable fácilmente modificada por factores externos. De acuerdo con esto, un análisis morfométrico puede discriminar los cambios de tamaño inducidos por el ambiente y apuntar a diferencias métricas del tamaño independientes del mismo que tendrían origen genético<sup>81</sup>. Para que esto sea válido es indispensable tomar caracteres independientes entre sí, por lo que se sugiere el uso de un gran número de mediciones.

### **3.1 Caracteres Cuantitativos**

Los caracteres cuantitativos se subdividen en tres tipos<sup>80</sup>:

a.- Caracteres continuos son aquellos que toman todos los valores entre dos extremos ocasionando una gran cantidad de fenotipos posibles, por lo que la precisión y exactitud es de extrema importancia.

b.- Caracteres merísticos, que son el resultado de un conteo específico otorgando valores exactos de cada fenotipo o rasgo.

c.- Caracteres discretos, definidos por la presencia o ausencia de determinado carácter en el individuo.

En este trabajo se utilizan caracteres continuos resultado de mediciones establecidas para el estudio.

### **3.2 Captación de Datos**

Para realizar la captación de datos se necesita establecer puntos de referencia. Un punto de referencia es un punto específico, sobre una estructura biológica o una imagen de ella de acuerdo con algún criterio preestablecido. Cualquier distancia se mide entre dos puntos de referencia determinados previamente<sup>82</sup>.

Independientemente de cual sea el método utilizado, la captación de datos se realizará entre puntos homólogos no en el sentido filogenético de la palabra, sino los representados por partes fácilmente identificables del cuerpo y

que son reproducibles de un individuo a otro. Por lo que la primera condición para obtener las medidas es tener puntos con un elevado grado de homología. Brookstein<sup>83</sup> hace una clasificación de los puntos homólogos en función decreciente de sus cualidades:

Tipo I. Yuxtaposición discreta entre dos tejidos diferentes.- Las alas de un insecto son muy adecuadas al reconocimiento de puntos homólogos de tipo I, en los lugares de intersección de ciertas nervaduras. Esto se cumple muy bien para las alas del género *Triatoma* (Fig. 4), porque las nervaduras de las alas se presentan como líneas con intersecciones bien definidas.

Tipo II. Máxima de líneas curvas.- La distancia entre la punta extrema distal, anterior o posterior de una línea curva como sucede en el caso de la cabeza de *Triatoma* (Fig. 5).

Tipo III. Puntos extremos.- Están definidos por el punto más alejado de otro punto en la parte terminal de una estructura.

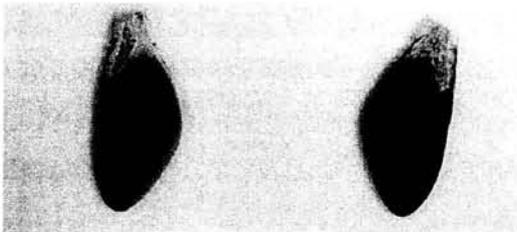


Figura 4 Alas de *Triatoma pallidipennis*

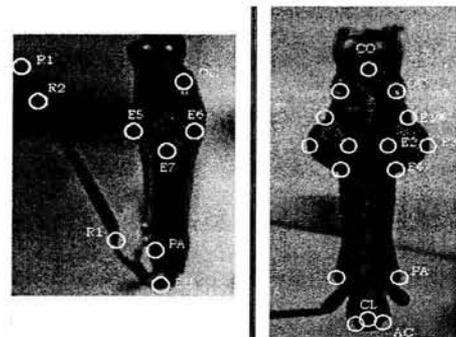


Figura 5 Cabeza de Triatomino

En la medida de lo posible es muy importante elegir puntos claramente definidos del Tipo I, para captar a través de las mediciones, la organización genética del organismo expresada a través del fenotipo.

### 3.3 Técnicas de Medición

Existen diferentes técnicas para llevar a cabo morfometría, una de ellas es el uso del micrómetro ocular que es uno de los métodos menos precisos para obtener mediciones, sin embargo es uno de los métodos más baratos.

Más aconsejable es el uso de una cámara lúcida, la cual permite proyectar una imagen en dimensiones mayores a las dimensiones reales. Este hecho reduce considerablemente el efecto de pequeños errores de medición.

También existe la posibilidad de tomar una fotografía y ampliarla, lo que permite una mejoría de la calidad de las mediciones.

Estos métodos tradicionales producen mediciones menos confiables que los métodos basados en técnicas de informática (morfometría geométrica). Sin embargo los métodos tradicionales siguen siendo de interés para el investigador, especialmente en caso de falta de recursos.

En vez de medir distancias entre puntos homólogos se pueden utilizar directamente las coordenadas de estos puntos sobre un sistema dado de ejes y la morfometría basada en datos de coordenadas se llama morfometría geométrica. Este procedimiento necesita el uso de computadora conectada a un sistema óptico, lo que resulta costoso.

### **3.4 Tipos de Morfometría**

De acuerdo con lo dicho anteriormente podemos decir que existen dos tipos de Morfometría:

#### **3.4.1 Morfometría geométrica**

Es una técnica que utiliza la información de la geometría (arreglo espacial) del organismo o de las estructuras estudiadas, este nuevo método se basa sobre las coordenadas que graficadas en un espacio cartesiano permiten visualizar diferencias de conformación entre grupos de individuos.

#### **3.4.2 Morfometría tradicional**

Es la aplicación de métodos estadísticos multivariados a conjuntos de datos arbitrarios de variables de tamaño o forma, se emplea para eliminar el cambio alométrico del tamaño para poder estudiar las diferencias de conformación libres de la forma y consiste en medir distancias entre puntos de referencia específicos. Una ventaja que presenta la aplicación de la morfometría tradicional,

es que con ella es posible eliminar los cambios alométricos entre individuos, lo cual no es posible con la morfometría geométrica<sup>80</sup>.

A partir de matrices de varianza-covarianza construidas con los valores de las distancias obtenidas y transformadas mediante su expresión a logaritmos naturales, la morfometría tradicional utiliza el análisis multivariado para hacer combinaciones lineales de todas las variaciones originales y reducirlas a un número menor (no relacionadas entre sí). Los análisis convencionales se dividen en<sup>82</sup>:

1.- Los que se utilizan para el análisis de muestras únicas, sin una asignación “*a priori*” de los individuos en grupos previamente definidos. Estando entre los más utilizados el Análisis de Componentes Principales (ACP).

2.- Los que se utilizan para el análisis de dos o más muestras como el Análisis de Componentes Principales Comunes (ACPC), el Análisis de Componentes Principales Multigrupo (ACPmg) o el Análisis discriminante (AD).

La morfometría tradicional y la geométrica dan al investigador un conjunto de técnicas analíticas muy poderosas para cuantificar la variación morfométrica y tentativamente separar los componentes genético y ambiental de los rasgos examinados.

### **3.5 Alometría**

Un análisis morfométrico puede eliminar los cambios de tamaño inducidos por el ambiente y llegar así a tener las diferencias métricas independientes del tamaño. Se pueden definir dos tipos de cambio de tamaño: uno llamado cambio por crecimiento isométrico y otro llamado cambio por crecimiento alométrico.

El crecimiento alométrico se da cuando la velocidad de crecimiento de una parte del organismo es diferente a la de otra parte o a la del cuerpo como un todo y por eso cambia la forma del organismo. Se define como cualquier cambio de conformación con respecto al tamaño. En términos formales describe cualquier desviación de la relación bivariada a partir de la forma funcional  $y/x = c$ , donde  $c$  es una constante y “ $x$ ”, “ $y$ ” son variables de mediciones del tamaño en unidades métricas<sup>81</sup>.

### **3.5.1 Isometría**

El crecimiento isométrico se presenta cuando la velocidad de crecimiento de una parte del organismo es la misma que la del crecimiento global. La alometría es el comportamiento común en la naturaleza, mientras que la isometría es la excepción. En morfometría tradicional, es el cambio de tamaño global que se puede estimar con un vector que posee todos sus coeficientes idénticos. Cada variable se multiplica por el mismo coeficiente, es decir, basta un solo coeficiente para definir el cambio isométrico<sup>81</sup>.

### **3.6 Tamaño, conformación y forma**

La causa más frecuente de diferencias de tamaño entre individuos de la misma especie es fisiológica determinada por su carga genética por tanto el crecimiento es desigual. Sin embargo las diferencias de tamaño no siempre se explican por diferencias de crecimiento. La variación de tamaño es el resultado de causas ambientales y genéticas. El crecimiento es la principal causa fisiológica que afecta el tamaño, pero también influye la divergencia génica causada por el aislamiento geográfico y la selección natural de genotipos que expresan un fenotipo de tamaño ligado a caracteres con mayor eficiencia biológica<sup>84</sup>. El tamaño no es una variable monofactorial, responde a causas fisiológicas entre las que consideramos el crecimiento, pero también responde a procesos de diferenciación geográfica y de divergencia evolutiva con bases genéticas.

La conformación es la geometría del individuo o de una estructura anatómica, su configuración, su apariencia, su aspecto. El cambio isométrico de tamaño es más una construcción matemática que biológica y no necesariamente manifiesta la variación fisiológica o la genética.

La forma se puede definir como la variación métrica residual después de remover la alometría de crecimiento<sup>84</sup>. Las variables de forma no se pueden aislar aplicando solamente fórmulas matemáticas ya que estas últimas remueven la alometría sin distinguir entre sus posibles causas: fisiológicas o genéticas, por esta razón se necesita aplicarlas en un contexto claro: misma especie, misma región. Las técnicas estadísticas basadas en el Análisis de componentes

principales proveen de un estimador de la dirección del cambio de tamaño global: el primer componente principal (CP-1). Si se trata de individuos de la misma especie viviendo en simpatria, este cambio de tamaño global se puede atribuir al crecimiento desigual entre individuos. La exclusión de este cambio deja una variación que no se puede explicar por causas fisiológicas y que se denomina "forma" (variables libres de alometría). Encontrar diferencias de "forma" significa que el crecimiento no es capaz de explicar por sí solo toda la variación métrica observada, entonces se debe considerar otras causas probablemente de origen genético.

Algunas propiedades de la forma son:

a.- Esta libre de los cambios de conformación inducidos por el crecimiento (alometría).

b.- Los cambios alométricos inducidos por el crecimiento no modifican la forma.

c.- Los cambios isométricos pueden modificar la forma, así como los cambios alométricos son de origen genético<sup>80</sup>.

### **3.7 Asimetría**

Los organismos superiores presentan una asimetría bilateral, debido a que ambos lados están bajo el control del mismo gen o de los mismos genes, se esperaría que la igualdad bilateral debería de ser perfecta por lo que de no ser así, las causas deben de buscarse en factores ambientales, no genéticos.

Se han descrito varios tipos de asimetría, los cuales probablemente tienen causas diferentes:

a. Asimetría direccional (AD): se habla de asimetría direccional cuando un lado del cuerpo (siempre el mismo lado), tiene un tamaño promedio mayor o menor que el otro lado.

b. Asimetría No Direccional (AND): Puede ser asimetría fluctuante o antisimetría:

i. Asimetría Fluctuante (AF): Esta es una condición que resulta de los pequeños accidentes ocurridos durante el desarrollo, lo que produce diferencias

individuales en el grado de asimetría. El promedio del tamaño izquierdo es igual, o no significativamente diferente, al promedio del tamaño derecho, pero individualmente se detectan pequeñas diferencias aleatorias, la asimetría fluctuante se define con dos criterios: La distribución de diferencias bilaterales es una distribución normal, o bien el promedio de esta distribución tiene un valor nulo.

ii. Antisimetría. Los dos lados del cuerpo difieren siempre por un mismo valor, pero el lado más grande no siempre es el mismo. La diferencia con la Asimetría Direccional es que los promedios entre izquierda y derecha tienden a ser iguales o no significativamente diferentes. Esto resulta en una distribución bimodal de las diferencias bilaterales. Se distingue de la Asimetría Fluctuante por el carácter más o menos constante de las diferencias bilaterales. Las diferencias bilaterales tienden a presentar siempre el mismo valor, la distribución de las diferencias bilaterales no es una distribución normal: es bimodal o platicúrtica<sup>84</sup>. La asimetría direccional y la antisimetría tienen causas genéticas. La asimetría fluctuante tiene causas ambientales<sup>80</sup>.

### **3.8 Dimorfismo sexual**

El dimorfismo sexual existe en los Triatominos, siendo generalmente las hembras más grandes que los machos<sup>29</sup>.

El género (macho o hembra) de la misma especie de insectos, difiere externamente por la morfología de sus genitales y por otros rasgos no discretos relacionados con el tamaño del cuerpo, ya que las hembras en promedio son más grandes que los machos<sup>80</sup>.

Ya que la importancia vectorial de los triatominos está asociada con su domiciliación, es importante investigar si algunos rasgos de los insectos están asociados con esta capacidad. Dujardin<sup>66</sup>, dice haber detectado una reducción en el tamaño total, más pronunciado en hembras en la transición de hábitat silvestre al domiciliario.

### **III OBJETIVOS**

#### **1. Objetivo general**

Analizar y comparar cinco poblaciones de *Triatoma pallidipennis* pertenecientes a los estados de Michoacán, Estado de México, Oaxaca, Colima y Jalisco, utilizando el método de morfometría tradicional, para definir si existen diferencias morfométricas estadísticamente significativas entre ellas.

#### **2. Objetivos particulares:**

- Realizar morfometría tradicional de alas y cabeza de cinco poblaciones de *Triatoma pallidipennis*.
- Comparar por medio de análisis multivariado: Componentes principales y análisis discriminante, las variables morfométricas en las cinco poblaciones.
- Comparar la morfometría de las cinco poblaciones.
- Determinar y describir la asimetría de alas existente en cada uno de los grupos.
- Determinar si existe el dimorfismo sexual de cada una de las poblaciones estudiadas con base a la morfometría de las alas.
- Comparar con base en la morfometría si existe alguna diferenciación entre las cinco poblaciones estudiadas en relación con la altitud.

#### **3. Justificación del estudio**

*Triatoma pallidipennis* tiene una amplia distribución en el territorio nacional, sobre todo hacia la vertiente del Pacífico y el centro de la República Mexicana que incluyen zonas secas y semidesérticas de los estados de Nayarit, Colima, Guerrero, Jalisco, Michoacán, Estado de México, Puebla, Veracruz, Querétaro y Zacatecas, en un gradiente de altitud que va desde el nivel del mar hasta los 1,700 msnm<sup>60,73</sup>. Esta especie se ha descrito asociada a algunos roedores por ejemplo *Neotoma hallen* y armadillos *Dasypus novemcinctus mexicanus*; se ha encontrado colonizando viviendas y peridomicilios, siendo lo más notable el

hecho de que tanto *T. pallidipennis* como los animales antes mencionados se han encontrado infectados de manera natural con *T. cruzi*<sup>47</sup>. No hay reportes de análisis morfométricos de éste vector, por lo que se desconoce si existen diferencias en las características fenotípicas entre las poblaciones de nuestro país.

Las características fenotípicas son el resultado de la influencia ambiental y de la expresión de la información genética de los individuos. Las diferencias de tamaño reflejan principalmente la influencia del ambiente y las diferencias de forma, que se obtienen al excluir el tamaño pueden ser reflejo de diferencias genéticas entre las poblaciones<sup>81</sup>.

Actualmente los programas de control de la enfermedad de Chagas en Sudamérica<sup>85</sup>, se basan en el rociado de las viviendas infestadas por triatominos empleando insecticidas del tipo de los piretroides. Sin embargo, las reinfestaciones son el mayor problema de los programas de control; por ello después de la intervención inicial es importante, continuar con la vigilancia entomológica con el fin de monitorear nuevas infestaciones o reinfestaciones y que éstas puedan ser eliminadas nuevamente. Generalmente es difícil determinar el origen de la reinfestación, ya que esta puede ser causada por el vector original que sobrevivió al tratamiento de control, o por insectos que migran desde focos no tratados. Desde el punto de vista operativo es importante distinguir entre "sobrevivientes", que indican que el control no funcionó completamente, o "inmigrantes", que revelan que la cobertura geográfica ejercida por el método de control fue deficiente.

Los cambios en el uso de la tierra en varias regiones se han relacionado con invasiones localizadas de las viviendas, por especies poco conocidas de triatominos, lo que genera la necesidad de identificar a esas poblaciones de insectos que puedan presentar un riesgo futuro de domiciliación<sup>44,86,87</sup>. La morfometría es una herramienta simple y de bajo costo que puede ser útil para permitir la vigilancia de los programas de control durante la fase de monitoreo del mismo, también puede ser útil para entender el grado de reinfestación, con lo que se tomarían mejores decisiones durante las actividades realizadas en los

programas de control<sup>88</sup>. Así mismo la morfometría se puede utilizar para distinguir poblaciones de zonas geográficas distintas, con patrones diferentes de transmisión del parásito y por lo tanto, con un impacto epidemiológico distinto.

#### IV MATERIAL y MÉTODO

Se estudiaron un total de 202 cabezas y pares de alas de organismos adultos de *Triatoma pallidipennis* pertenecientes a cinco grupos poblacionales, procedentes de:

- Estado de México: un total de 41 individuos (18 hembras y 23 machos)
- Michoacán un total de 69 individuos (35 hembras y 34 machos)
- Oaxaca un total de 25 individuos (8 hembras y 17 machos)
- Colima un total de 36 individuos (16 hembras y 20 machos)
- Jalisco un total de 31 individuos (17 hembras y 14 machos)

Los ejemplares utilizados provenientes de las localidades reportadas en el Cuadro 1 fueron obtenidos a través de las Jurisdicciones Sanitarias de cada uno de los estados antes mencionados, de donde fueron enviados al Instituto Nacional de Salud Pública, lugar en el que se realizó la identificación taxonómica correspondiente con la clave de Lent y Wygodzinsky<sup>29</sup>, asignándose a cada muestra un número determinado, así como una hoja de registro en la que se anotó su código, especie, género, fecha, sitio de colecta y las mediciones correspondientes realizadas, necesarias para el presente estudio.

Para llevar a cabo la medición de cabezas y alas se utilizó un microscopio óptico estereoscópico Olympus (Ernst Leitz Weizlar), con un micrómetro ocular G12.5X; para la lectura de las cabezas se utilizó el aumento de 2X, y para las alas de 1X.

El Cuadro 1 de la pág. 39 incluye los datos de latitud, longitud y altitud que se utilizaron para la realización de un análisis con base en dichas características; el nombre completo de la localidad de origen de los *Triatoma pallidipennis*, así como el municipio y estado al que pertenece. Es importante aclarar que el número que identifica a cada estado esta determinando al grupo en que se agruparon los organismos.

**Cuadro 1 Lugares de origen y características geográficas de los organismos estudiados.**

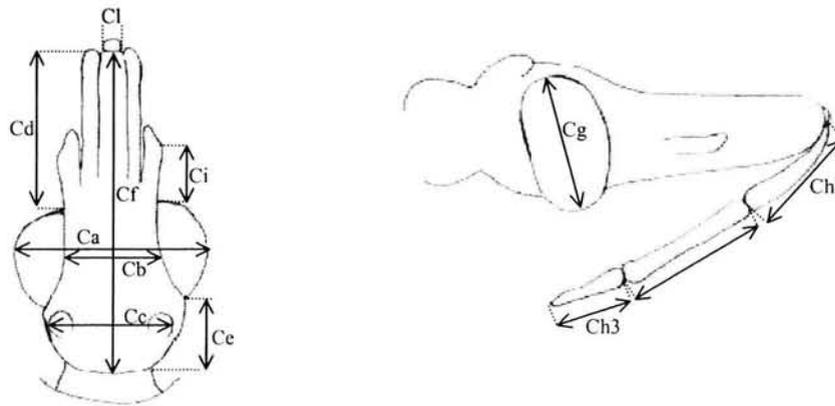
Estado	Municipio	Localidad	Long	min	seg	Lat	min	seg	Altitud
1 de México	Amatepec	Salitre Palmarillos	100	17	15	18	43	24	800
1 de México	Tejupilco	Cerro del Venado	100	15	15	18	56	32	1170
1 de México	Tejupilco	Hilamache	100	18	44	19	00	05	1200
1 de México	Tejupilco	Tejupilco de Hidalgo	100	09	10	18	54	21	1330
1 de México	Zacazonapan	Zacazonapan	100	15	18	19	04	22	1360
2 Michoacán	Nuevo Urecho	Tejaban, el	101	54	16	19	12	17	480
2 Michoacán	Gabriel Zamora	Cajones, los	101	54	38	19	12	34	480
2 Michoacán	Nuevo Urecho	Parota, la	101	53	38	19	12	06	481
2 Michoacán	Gabriel Zamora	Lombardía	102	03	03	19	09	27	640
2 Michoacán	Turicato	Turicato	101	25	13	19	03	11	740
2 Michoacán	Nuevo Urecho	Tipitaro	101	51	08	19	15	21	800
2 Michoacán	Turicato	Puerta del Naranja	101	22	45	19	01	26	840
2 Michoacán	Taretán	Terrenate	101	55	44	19	17	42	880
2 Michoacán	Taretán	Rancho Seco	101	57	43	19	18	29	1100
2 Michoacán	Taretán	Taretán	101	55	05	19	20	00	1130
2 Michoacán	Patzcuaro	Patzcuaro	101	36	34	19	30	57	2140
3 Oaxaca	Fresnillo de Trujano	Fresnillo de Trujano	98	08	10	17	54	27	1040
3 Oaxaca	Mariscala de Juárez	Mariscala de Juárez	98	08	27	17	51	30	1080
3 Oaxaca	Mariscala de Juárez	Santa Cruz el Frayle	98	06	45	17	52	00	1120
3 Oaxaca	Sn. Agustín Atenango	San Mateo de Libres	98	00	15	17	33	58	1290
4 Colima	Manzanillo	Manzanillo	104	18	56	19	03	06	5
4 Colima	Cd. Villa de Álvarez	Cd. Villa de Álvarez	103	44	15	19	16	00	530
4 Colima	Comala	Comala	103	45	36	19	19	13	600
4 Colima	Comala	Nogueras	103	44	23	19	19	23	650
5 Colima	Villa de Álvarez	Joyitas, las	103	40	40	19	20	06	868
5 Colima	Cuauhtémoc	Ocotillo	103	39	01	19	19	58	890
5 Colima	Cuauhtémoc	Chiapa	103	39	14	19	20	13	900
5 Jalisco	Autlán de Navarro	Tecomatlán	104	21	26	19	41	14	920
5 Jalisco	Tecalitlán	Tecalitlán	103	18	23	19	28	09	1140
5 Jalisco	Atengo	Atengo	104	14	15	20	16	29	1400

A cada una de las cabezas y de las alas se le hicieron las siguientes determinaciones morfológicas.

#### 4.1 Morfometría de cabeza

En la mayoría de los casos se procedió a sacrificar al triatomino colocándolo a  $-20^{\circ}\text{C}$  durante 20 minutos, se le quitó manualmente la cabeza que se colocó en un tubo eppendorf con alcohol al 70% previamente identificado con el código de cada individuo y se guardó en refrigeración hasta su uso. Para llevar a cabo la medición correspondiente de cada cabeza se sacó cuidadosamente con unas pinzas del tubo eppendorf y se colocó sobre una cama de arena para tener mediciones reproducibles, se observó al microscopio estereoscópico utilizando el aumento 2X y se registraron las mediciones indicadas en la hoja de registro correspondiente (Fig. 6).

- Ca Distancia externa entre los ojos tomando la medida a partir del extremo externo de los ojos.
- Cb Distancia interna entre los ojos tomando la medida entre los extremos internos de ambos ojos.
- Cc Distancia externa entre los ocelos.
- Cd Longitud de la región anteocular.
- Ce Longitud de la región post-ocular (se excluye al cuello).
- Cf Longitud total de la cabeza (excluyendo el cuello).
- Cg Longitud lateral máxima del ojo.
- Ch Longitud de cada uno de los segmentos del rostro (h1, h2, h3).
- Ci Longitud del tubérculo antenífero (desde el margen frontal del ojo hasta la orilla externa del punto de inserción de la antena).
- Cl Distancia dorsal del anteclípeo.
- Cm Distancia dorsal desde el frente del ojo hasta la parte de atrás del ocelo.



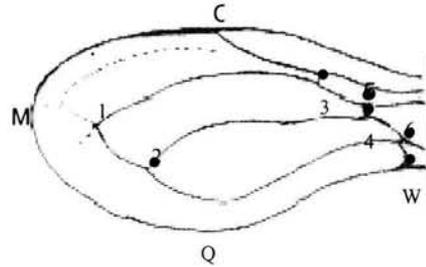
**Figura 6** Diagrama dorsal y lateral en el que se muestran las mediciones realizadas a la cabeza de *Triatoma pallidipennis*.

#### **4.2 Morfometría de alas**

Para hacer la medición de las alas solamente se utilizaron las alas anteriores que se quitaron del cuerpo en forma manual y se montaron sobre portaobjetos con medio de Hoyers, teniendo cuidado de colocarlas en forma perfectamente plana e identificando el ala derecha del ala izquierda y colocándolas sobre el portaobjetos según su localización original debidamente etiquetada. Cada una de las alas montadas se observó al microscopio estereoscópico, para la lectura se utilizó el aumento 1X y se tomaron las medidas que se encuentran representadas en la (Fig. 7).

- a** Distancia entre 1 y 3.
- b** Distancia entre 2 y 3.
- c** Distancia entre 2 y 4.
- d** Distancia entre 2 y 6.
- e** Distancia entre 1 y 2.
- f** Distancia entre 3 y 5.
- g** Distancia entre 4 y 6.
- h** Distancia entre 3 y 6.
- i** Distancia entre C y Q.
- j** Distancia entre C y W.
- k** Distancia entre M y W.

- C:** Unión membrana y corium.
- Q:** Máxima distancia desde C.
- M:** Máxima distancia desde W.
- W:** Acoplamiento de las alas.



**Figura 7** Esquema del ala de triatomino en el que se representan los puntos utilizados para la toma de mediciones realizadas de *T. pallidipennis*

Fue necesario incluir la lectura de los caracteres (de alas y cabeza) de una población que pertenece al mismo complejo pero a una especie diferente, *T. phyllosoma* de Oaxaca que se considero como grupo externo, con el objeto de estimar el rango de diferenciación morfológica dentro de diferentes especies y observar la posible polarización de los caracteres, sirviendo como parámetro de comparación.

Las mediciones realizadas se registraron en las hojas correspondientes, llevándose a cabo la replica del 100% de la lectura de las alas y del 30% de la lectura de las cabezas.

Con las lecturas obtenidas se hicieron bases de datos las cuales fueron trabajadas por medio de los programas estadísticos Stata, JMP y Ntsys para llevar a cabo los análisis correspondientes.

### 4.3 Análisis univariado

Se utilizó como una primera comparación métrica entre los grupos, ya que tiene la ventaja de que se puede examinar la variación de todas las medidas disponibles, haciendo una comparación para cada carácter con el promedio de cada una de las poblaciones, en función de la media general y la desviación estándar, a partir de lo que se obtuvo un valor determinado para cada una de las lecturas realizadas.

Para representar estas variaciones entre grupos se recurrió a los perfiles de Guillaumin, los cuales nos permiten apreciar a los cinco grupos poblacionales, y la distancia entre cada uno de los promedios de las mediciones

realizadas en conjunto, así como incluyendo y sin incluir al grupo externo y separando los géneros<sup>89</sup> (machos y hembras).

El análisis univariado nos permite la selección de las variables para los análisis multivariados, respaldando esta selección con la estimación de la precisión y exactitud de cada una de las mediciones realizadas.

#### **4.4 Precisión y exactitud**

Precisión se interpreta como la ausencia de variación en mediciones sucesivas. La precisión tiene tres condicionantes: 1. Variabilidad debida al observador (elección de preguntas, de variables, etc.); 2. Variabilidad debida al individuo (variación biológica); 3. Variabilidad debida al instrumento de medición. Nos informa sobre el error experimental ligado a la toma de mediciones, el cual podría generar falsas diferencias de los grupos estudiados.

La estimación se hace del promedio de las diferencias absolutas entre cada medición por lo que la precisión ideal tendría un valor nulo. Se considera que es un valor con buena precisión cuando se tienen lecturas repetidas con una variación menor a la unidad.

Exactitud se interpreta como el grado en que realmente la variable representa lo que se quiere evaluar. Es la cercanía de un dato medido a su valor verdadero. Básicamente los sesgos pueden ser: 1. Del observador: distorsión constante, consciente o inconsciente en la percepción; 2. Del individuo experimental: distorsión en la percepción del sujeto, por ejemplo al recordar o comunicar un dato; 3. Del instrumento: funcionamiento deficiente del aparato. Para este trabajo se consideró como una exactitud apropiada el 10%.

#### **4.5 Análisis multivariado – ACPMG y AD**

Los análisis multivariados consisten en la unión de las variables iniciales en nuevas variables combinando la información de la totalidad de las medidas seleccionadas, por lo que la “nueva” variable representa por lo menos en parte el conjunto de las variables iniciales, el criterio de selección de variables a utilizar para los análisis multivariados se hace tomando en cuenta los valores de

precisión, exactitud, la no-redundancia y la información derivada del análisis univariado y representadas por medio de los perfiles de Guillaumin y el ANOVA.

Los caracteres seleccionados se enlistan en los resultados, y los datos fueron previamente transformados a logaritmos para su manejo estadístico.

El Análisis de Componentes Principales Comunes (ACPC), tiene el propósito de encontrar el eje alométrico común a los diferentes grupos, a través de hacer un examen de las diferentes matrices de varianza-covarianza y comparar sus estructuras.

El Análisis de Componentes Principales Multigrupo (ACPmg) estima coeficientes para cada variable medida, para todos los individuos, mezclando todos los grupos, calculando inicialmente una matriz "consenso" entre las matrices individuales<sup>84</sup>.

Análisis Discriminante (AD), genera factores independientes, no correlacionados entre sí, denominados factores discriminantes o variables canónicas, sobre los cuales los individuos se pueden proyectar en un gráfico de dos o tres dimensiones.

Los datos fueron analizados por análisis de componentes principales, los cuales fueron correlacionados con el primer componente principal. Después se construyó un mapa factorial para el primer y segundo componente principal para ilustrar las diferencias en tamaño entre las poblaciones. Posteriormente se hizo un análisis discriminante utilizando los primeros componentes principales y se construyó un mapa factorial con los factores discriminantes 1 y 2.

#### **4.6 Asimetría**

Para analizar la asimetría se siguió la metodología recomendada por Dujardin<sup>80</sup>, realizando un análisis de varianza para cada carácter separando grupos y géneros. Se utilizaron los datos de las mediciones de los caracteres de alas derechas e izquierdas de todos los individuos. El error de medición fue estimado de la totalidad de los individuos, utilizando las dos mediciones realizadas de cada carácter.

Para saber si presentaban asimetría fluctuante o antisimetría se examinó la distribución de los promedios de las diferencias entre lados con signo, mediante una prueba de Shapiro Wilk, para determinar la igualdad a cero y la compatibilidad con una distribución normal, detectando así el tipo de asimetría no direccional.

#### **4.7 Dimorfismo Sexual**

Se compararon las medidas de los caracteres de alas de los ejemplares de cada grupo poblacional y se realizó un análisis de cada uno de los géneros (macho y hembra). Las comparaciones se realizaron con la prueba de Wilcoxon.

## V RESULTADOS

Al procesar los datos por medio de los análisis estadísticos correspondientes se obtuvieron los siguientes resultados.

### 5.1 Análisis Univariado

Para representar todos los resultados del análisis univariado encontrados en la morfometría de cabeza y alas se utilizó el Perfil de Guillaumin, gráfica que nos da una muy buena información sobre el tamaño general de cada uno de los grupos con respecto a los demás, indicando cuáles son las diferencias y evidenciando las variables que podrían ser diagnósticas entre las poblaciones. Graficándose:  $(Mg - Mt) / Det$ , donde Mg es la media del grupo, Mt es la media total, y Det es la desviación estándar total.

Estas representaciones gráficas se realizaron utilizando todos los caracteres medidos, tanto de alas como de cabeza. De la Figura 8 a la 14 se puede apreciar la variación del tamaño que se presenta entre los diferentes promedios de medidas encontrados de las cinco poblaciones estudiadas de *T. pallidipennis*, y la diferenciación que se hace con la población de *T. phyllosoma* de Oaxaca utilizada como grupo externo, así como la variación morfológica que se da en las alas y las cabezas entre los géneros macho y hembra.

En la Figura 8 se presenta la comparación de los diferentes datos de la morfología de la cabeza de los cinco grupos poblacionales de *T. pallidipennis* evaluados en este estudio por medio de los perfiles de Guillaumin, como parámetro de comparación y referencia se incluyen los datos de una población de *T. phyllosoma* de Oaxaca. Es evidente que a excepción de los triatominos de Colima y Jalisco que mostraron datos muy semejantes para las 11 medidas generales de cabeza, los otros grupos poblacionales son diferentes entre sí. No obstante, los grupos poblacionales del Estado de México y Oaxaca son semejantes en las medidas "a" (distancia externa de los ojos), "c" (distancia externa de los ocelos) y "e" (distancia postocular).

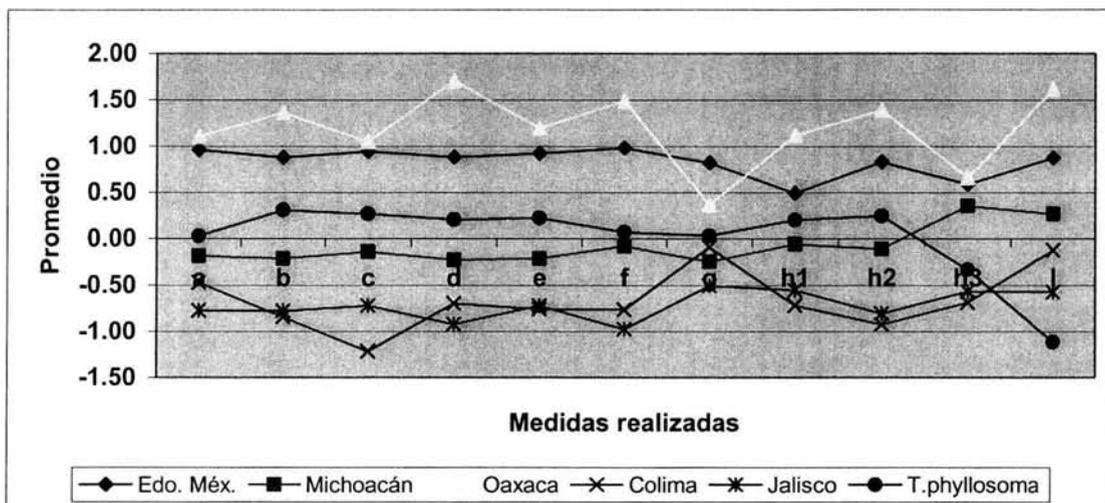


Figura 8 Morfometría general de cabezas de cinco poblaciones de *Triatoma pallidipennis* del Estado de México, Michoacán, Oaxaca, Colima y Jalisco y una población de *T. phyllosoma* de Oaxaca utilizada como grupo externo. En el eje de las abscisas se encuentran graficadas las distintas lecturas morfológicas de cabeza realizadas a, b, c, d, e, f, g, h1, h2, h3, i descritas en la metodología, y en el eje de la ordenada al origen, la variación de los promedios obtenidos para cada una de las poblaciones\*.

Por otro lado, también resultan evidentes las diferencias entre los dos grupos poblacionales de Colima y Jalisco en comparación con el Estado de México y Oaxaca, lo que sugiere la posibilidad de poblaciones diferenciadas en esta especie de acuerdo con la morfometría de la cabeza. Llama la atención que los valores de *T. phyllosoma* se encuentran por encima de los grupos de Michoacán, Colima y Jalisco y por debajo de los de *T. pallidipennis* de Oaxaca y Edo. de México, excepto en el parámetro “i” (largo del tubérculo antenífero) que es el valor más pequeño de todos. Finalmente se puede observar que en la cabeza, la población de *T. pallidipennis* de Michoacán, sigue una morfometría muy semejante al grupo externo en la mayoría de sus parámetros, diferenciándose radicalmente en la medida “i” (largo del tubérculo antenífero) que es el valor más pequeño de todos.

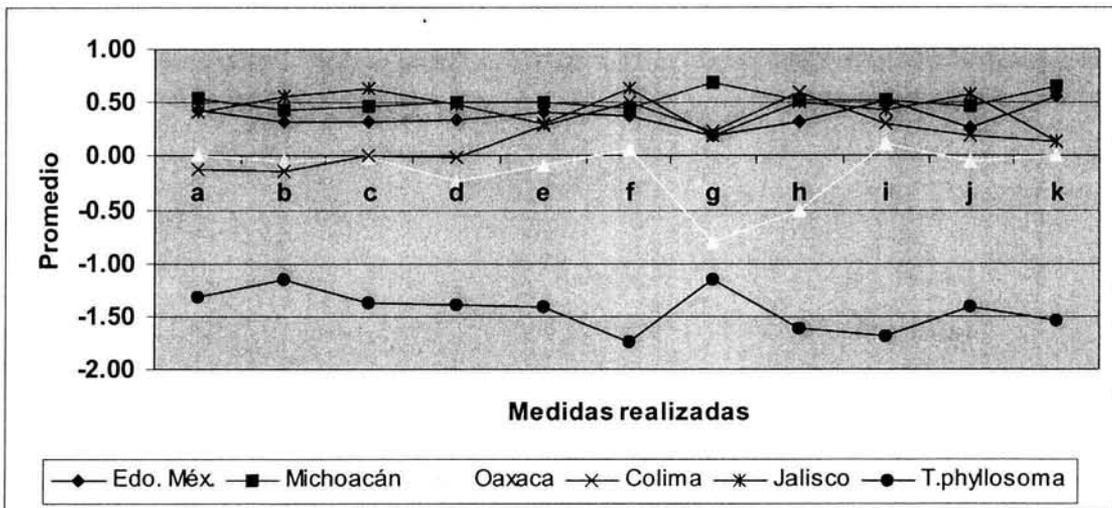


Figura 9 Morfometría general del ala izquierda de cinco poblaciones de *T. pallidipennis* y una población de *T. phyllosoma* de Oaxaca, utilizada como grupo externo. En el eje de las abscisas se encuentran graficadas las distintas lecturas morfológicas del ala a, b, c, d, e, f, g, h, i, j, k realizadas, y en el eje de la ordenada al origen, la variación de los promedios poblacionales obtenidos \*\*.

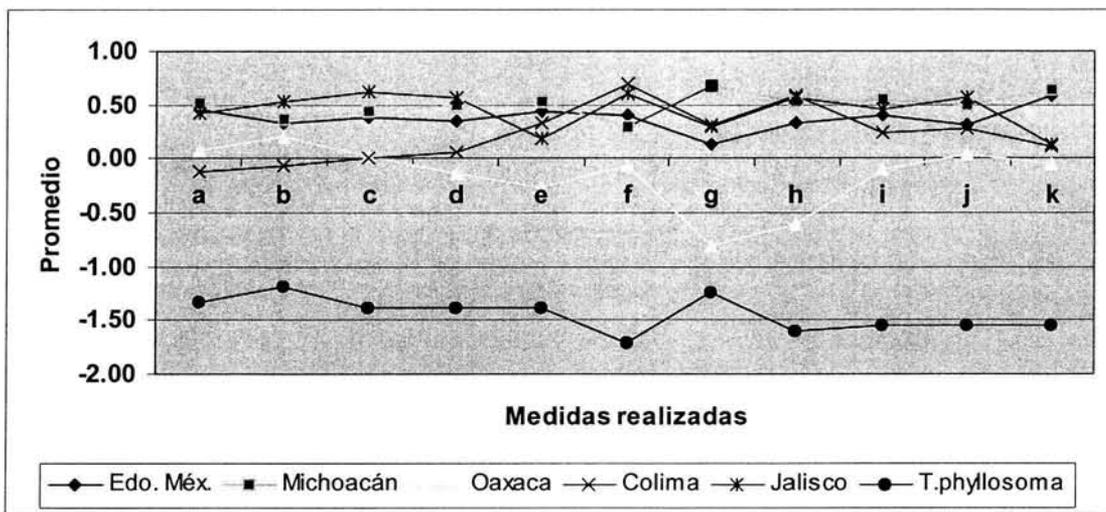


Figura 10 Morfometría general del ala derecha de cinco poblaciones de *T. pallidipennis* y una de *T. phyllosoma* de Oaxaca\*\*.

Cuando se comparan las medidas generales del ala izquierda Figura 9 y del ala derecha Figura 10, las variaciones de cada medida son menos notables entre las cinco poblaciones de *T. pallidipennis*, presentando solo la población de Oaxaca, en las medidas "d, e, g, h, i" una mayor separación del resto, lo cual sugiere que, de acuerdo a estos caracteres del ala este grupo poblacional se diferencia

mas que los demás. Sin embargo, la variación de estas últimas poblaciones no muestra diferencias importantes como para considerar que sean poblaciones distintas entre sí. Por otro lado, es muy clara y evidente la diferenciación entre todas las poblaciones de *T. pallidipennis* y la de *T. phyllosoma*.

Observamos que la morfometría es una característica particular de cada una de las poblaciones estudiadas, así como las diferencias más significativas entre las dos especies *T. pallidipennis* y *T. phyllosoma* se encuentra en la morfometría de las alas. El perfil de Guillaumin en la gráfica de cabezas Figura 8, además de proveer información sobre la menor variación interespecífica, muestra una separación clara entre las poblaciones de *T. pallidipennis* medidas de Oaxaca y Estado de México polarizándose con Jalisco y Colima.

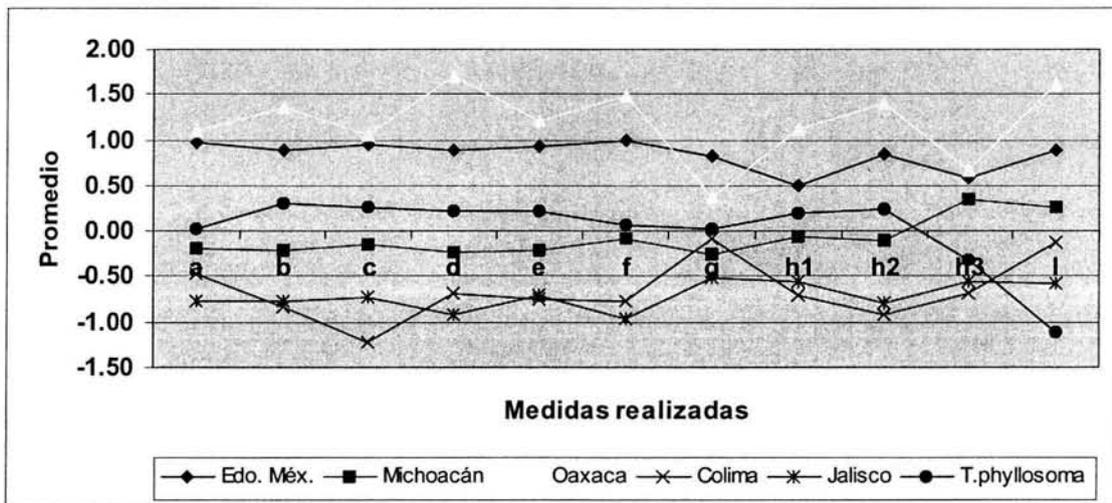


Figura 11 Morfometría de cabezas de hembras \*.

La Figura 11 nos muestra de nuevo la similitud entre las cabezas de hembras de los Estados de Jalisco y Colima diferenciándose solo en la medida a, c, d, f, g e i, pero siguiendo básicamente un mismo patrón, de nuevo se aprecia similitud dentro de un rango muy estrecho de éstas poblaciones, así como de la población de Michoacán con *T. Phyllosoma*, diferenciándose claramente en las medidas h3 e i. Finalmente podemos resaltar que la población de Oaxaca presenta claras variaciones con respecto a la del Estado de México así como que su promedio en general es por encima al resto de las poblaciones excepto en la medida g.

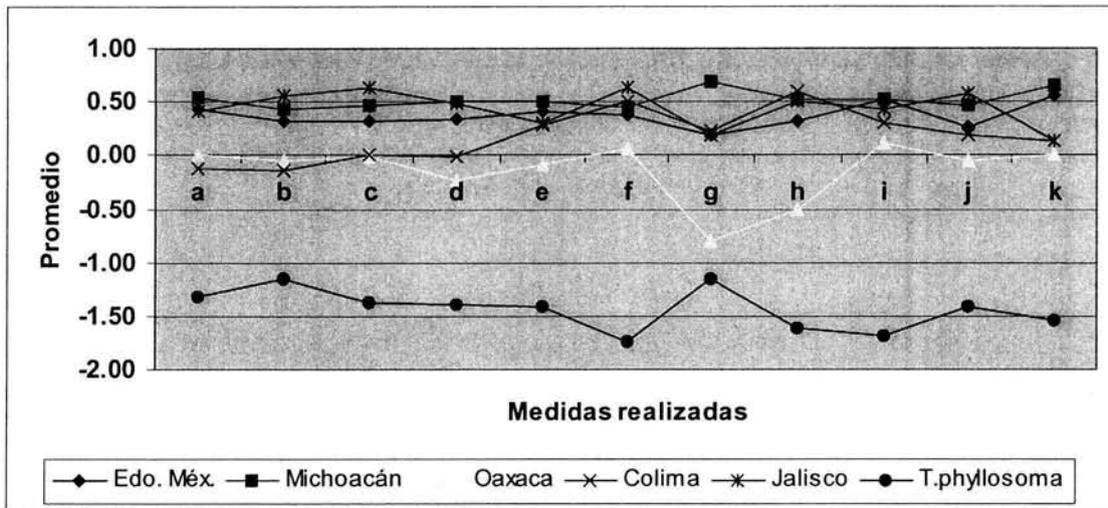


Figura 12 Morfometría del ala izquierda de hembras\*\*.

La Figura 12, se presentan las medidas de las alas izquierda de las hembras de las cinco poblaciones, se observa que la población de Oaxaca tiene una variación morfométrica más amplia en relación con el resto de las poblaciones, principalmente en las medidas “e, f, g, h, i, j y k” de ambas alas, mientras que las otras cuatro poblaciones fluctúan dentro de rangos muy pequeños que no permiten argumentar una diferencia de las mediciones entre las poblaciones, como con el grupo externo se manifiesta claramente.

La Figura 13 nos muestra de nuevo la similitud de las cabezas de las poblaciones de Jalisco y Colima, sin embargo en este caso la población de Michoacán, Estado de México y *T. phyllosoma* se diferencian claramente en las medidas a, c, d, f, g, h2 e i, habiendo en las otras medidas una distancia muy pequeña entre las tres poblaciones y siguiendo en general las tres poblaciones un trazo muy parecido. De nuevo la población de Oaxaca es la que muestra mayor variación en sus medidas.

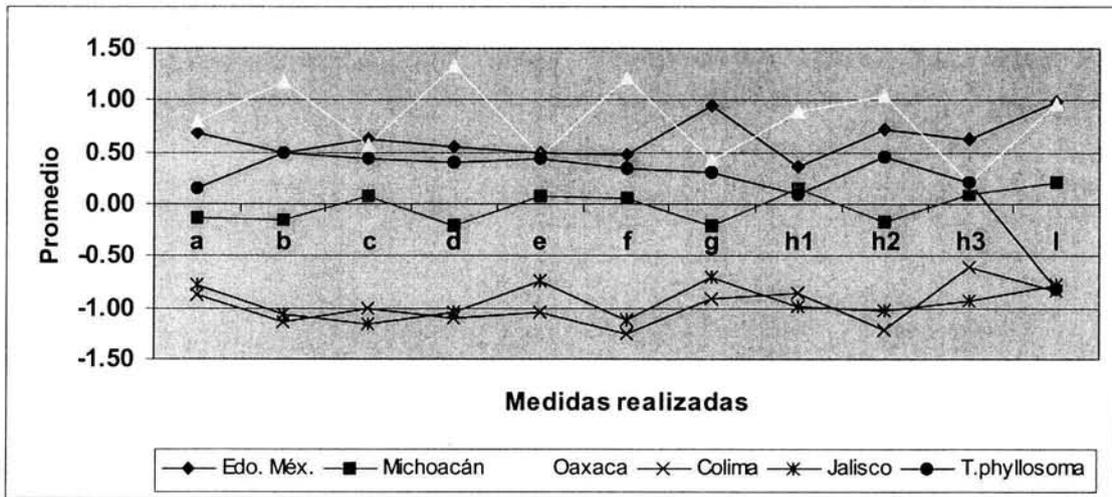


Figura 13 Morfometría de cabezas de machos\*.

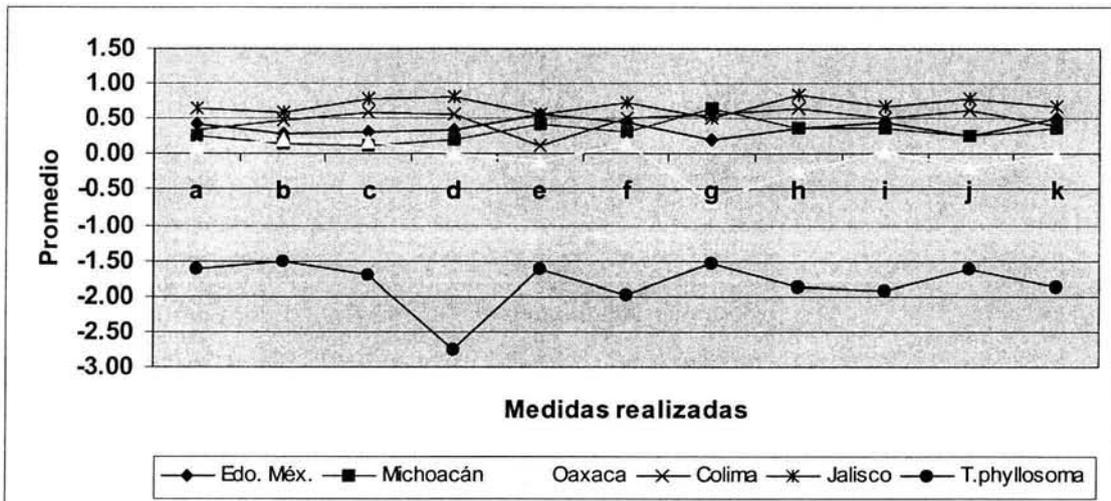


Figura 14 Morfometria del ala izquierda de machos\*\*.

La Figura 14, nos presenta los datos de la morfología del ala izquierda de los machos de las cinco poblaciones de *T. pallidipennis*, se observa una definición morfológica muy parecida, sin embargo la población de Oaxaca muestra una mejor evidencia de diferencia morfológica en “d, e, g, h, i, j y k” con respecto a las otras cuatro poblaciones. Cuando se hace la separación por géneros y se comparan las medidas del ala izquierda y derecha de cada género, es en los machos en el grupo que mejor se aprecia la definición morfométrica de cada población.

## 5.2 Precisión y Exactitud

Para cada uno de los caracteres se estimaron la exactitud y la precisión de las mediciones realizadas, con el fin de seleccionar las variables que mejores índices e información presenten y esto se puede apreciar en las siguiente tablas.

**Cuadro 2 Exactitud y precisión de las medidas morfométricas realizadas en la cabeza de cinco grupos poblacionales de *Triatoma pallidipennis***

<b>CABEZA</b>	<b>a</b>	<b>b</b>	<b>c</b>	<b>d</b>	<b>e</b>	<b>f</b>	<b>g</b>	<b>h1</b>	<b>h2</b>	<b>h3</b>	<b>i</b>
Exactitud	5.56	6.25	7.14	3.13	8.33	2.38	6.25	5.26	3.33	11.11	5.56
Precisión	0.9	1.41	1	1.61	0.98	1.65	1.33	1.61	1.78	1.16	1.49

La exactitud en las medidas de cabeza, se puede agrupar en tres niveles; el primero que contiene “d, f y h2”, mostraron los valores más bajos en un rango de 2.38 a 3.33, lo que sugiere una muy buena exactitud en las lecturas realizadas, otro grupo incluyó, valores intermedios para las mediciones “a, b, c, e, g, h1, i”, dentro de un rango entre 5.26-8.33, lo que indica que en estas medidas la exactitud es aceptable. Finalmente, la medida “h3” tuvo un valor de 11.11, mostrando el valor más alto, por encima de 10, lo que nos indica que es el carácter con menor exactitud para cabeza.

En cuanto a la precisión, cuando el resultado del cálculo se aproxima a 0 la medida repetida de los ejemplares es la correcta. En consecuencia, sólo tres medidas cumplen con éste requisito “a, c y e”, y los demás valores son considerados de menor precisión.

**Cuadro 3 Exactitud y precisión de las medidas morfométricas realizadas en las alas izquierda y derecha de cinco poblaciones de *Triatoma pallidipennis*.**

<b>ALA IZQ.</b>	<b>ai</b>	<b>bi</b>	<b>ci</b>	<b>di</b>	<b>ei</b>	<b>fi</b>	<b>gi</b>	<b>hi</b>	<b>ii</b>	<b>ji</b>	<b>ki</b>
Exactitud	2.63	3.03	2.7	2.63	5	7.14	11.11	5.26	3.7	3.45	2.04
Precisión	1.35	1.04	1	1.08	0.67	0.9	0.88	1.04	1.29	1.27	1.47
<b>ALA DER.</b>	<b>ad</b>	<b>bd</b>	<b>cd</b>	<b>dd</b>	<b>ed</b>	<b>fd</b>	<b>gd</b>	<b>hd</b>	<b>id</b>	<b>jd</b>	<b>kd</b>
Exactitud	2.78	2.33	2.86	2.86	4.35	6.25	7.69	5.56	3.7	3.45	1.96
Precisión	1.21	1.4	1.35	1.27	0.9	1.06	0.75	1.06	0.94	1.25	1.65

La exactitud en las medidas del ala izquierda y derecha también se puede dividir en tres niveles. El primero que contiene: “ai, ad, bi, bd, ci, cd, di, dd, ii, id, ji, jd, ki, y kd”, mostró los valores más bajos en un rango de 2.04 a 3.7, lo que sugiere una buena exactitud en las lecturas realizadas. Otro grupo incluyó valores intermedios en las distancias “ei, ed, fi, fd, gd, hi, hd”, mostrando un rango entre 4.35 y 7.69, lo que indica que en estas medidas la exactitud es aceptable. Finalmente la medida “gd” fue la que mostró el valor más alto de 11.11, lo que nos indica que es el carácter con menor exactitud para alas.

En cuanto a la precisión habiéndose establecido los parámetros las medidas que cumplen con éste requisito son “bi, ci, di, ei, ed, fi, fd, gi, gd, hi, hd, ii”, y los demás valores son considerados de menor precisión.

### **5.3 Análisis de Varianza**

Las variaciones en los perfiles de Guillaumin deben ser estadísticamente verificados para saber si las diferencias son o no significativas, para lo cual se llevó a cabo un análisis de varianza (ANOVA) con posterior corrección de Bonferroni, (que permite ajustar los niveles de significancia a 0.05%), primero entre las cinco poblaciones y luego incluyendo al grupo externo.

El ANOVA para cada carácter sin separar sexos incluyendo los cinco grupos, demostró que todos los caracteres presentaban diferencia significativa, con un valor  $<0.05$ . Al aplicar la corrección de Bonferroni para ajustar los niveles de significancia (0.05%) encontramos que los caracteres que presentaron diferencias significativas entre los cinco grupos fueron:

En las medidas de cabeza “b, d, f”.

Para los caracteres de ala izquierda “gi, hi, ki”.

Para el ala derecha “gd, hd, jd, kd”.

El Análisis de Varianza con corrección de Bonferroni (significancia 0.05%) incluyendo a *T. phyllosoma* como grupo externo, demostró que:

En cabeza se presentan mayores diferencias significativas en “b, d, f, i”.

En el ala izquierda se encuentran entre “di, gi, hi, ki”.

En el ala derecha en “gd, hd, kd”.

Finalmente tomando en cuenta los resultados de precisión y exactitud, así como los perfiles de Guillaumin, el resultado del ANOVA y de la exclusión de puntos redundantes de cabeza que son “b” y “f”, y de alas “g”, se escogieron los siguientes caracteres para realizar el análisis multivariado:

Caracteres de la cabeza: a, c, d, e, g, h1, h2, i.

Caracteres de ala izquierda: ai, ei, fi, hi, ji.

Caracteres del ala derecha: ad, ed, fd, hd.

#### **5.4 Análisis Multivariado**

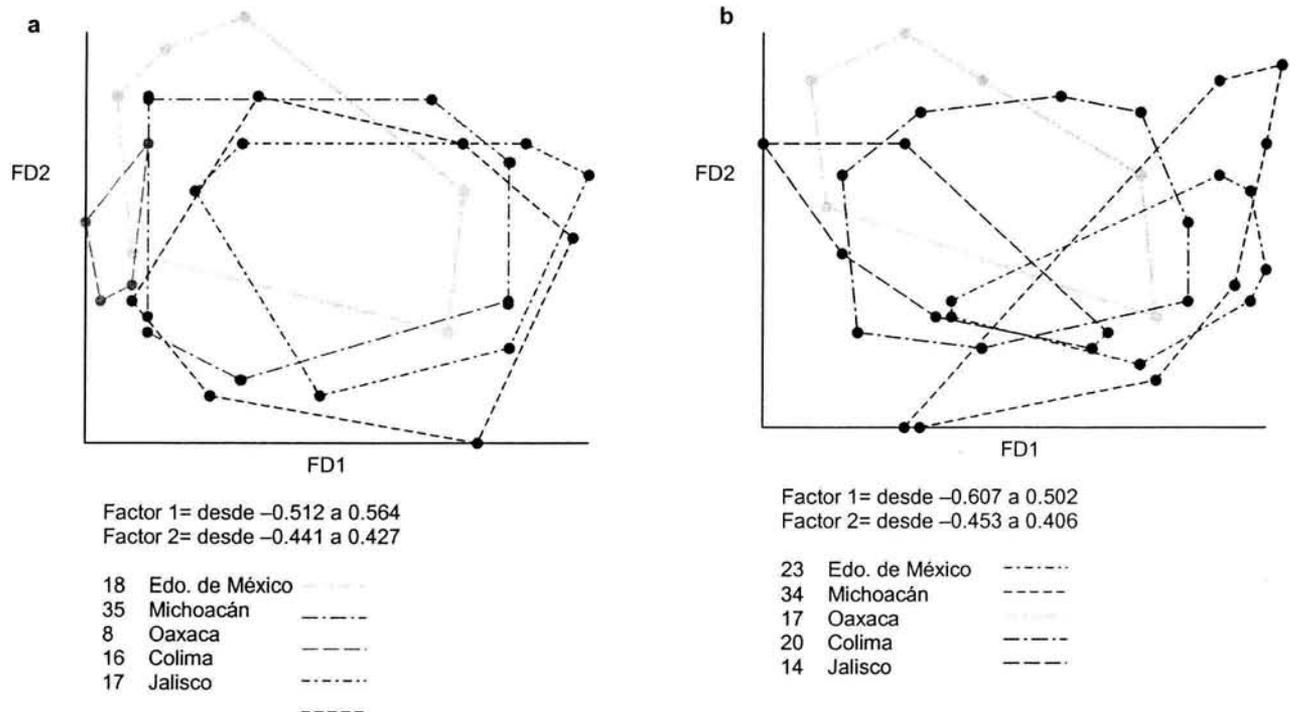
Se llevó a cabo un análisis de componentes principales multigrupo (ACPmg), con base en la matriz consenso de las matrices de varianza de cada grupo. Los individuos fueron proyectados en mapas factoriales con base en el primer y segundo componente principal del ACPmg, para detectar las diferencias de tamaño existentes.

Los gráficos están formados por los puntos externos que definen en forma global a la población que están representando, el número de organismos que integra cada población es indicado en la parte inferior de cada polígono, así como los distintos tipos de recta que se utilizan para cada una de las poblaciones que integran al mapa factorial. El componente principal 1 se muestra en el eje de abscisas y nos da la información del tamaño de la población y el componente principal 2 se muestra en el eje de las ordenadas y en él se resumen el resto de las características de la población.

El primer análisis incluyó a las cinco poblaciones de *T. pallidipennis* de hembras y machos que a continuación se muestra en las Figuras 15 a y b.

Los polígonos de la Figura 15 muestran la relación morfométrica de tamaño en el componente principal 1 en donde podemos apreciar que la población de hembras de Oaxaca es la única que llega a tener un mínimo contacto con las poblaciones de los Estados de México y Michoacán separándose de las poblaciones de Jalisco y Colima. Así mismo se encuentra dentro de los parámetros de las otras cuatro poblaciones en lo que al componente principal 2 se refiere y no define ninguna variación en la

conformación de estas poblaciones, por otra parte podemos apreciar que la variación del tamaño de las cinco poblaciones de machos estudiadas no son drásticamente diferenciadas, pero sí se polarizan hacia los extremos las poblaciones del Estado de México y Jalisco.



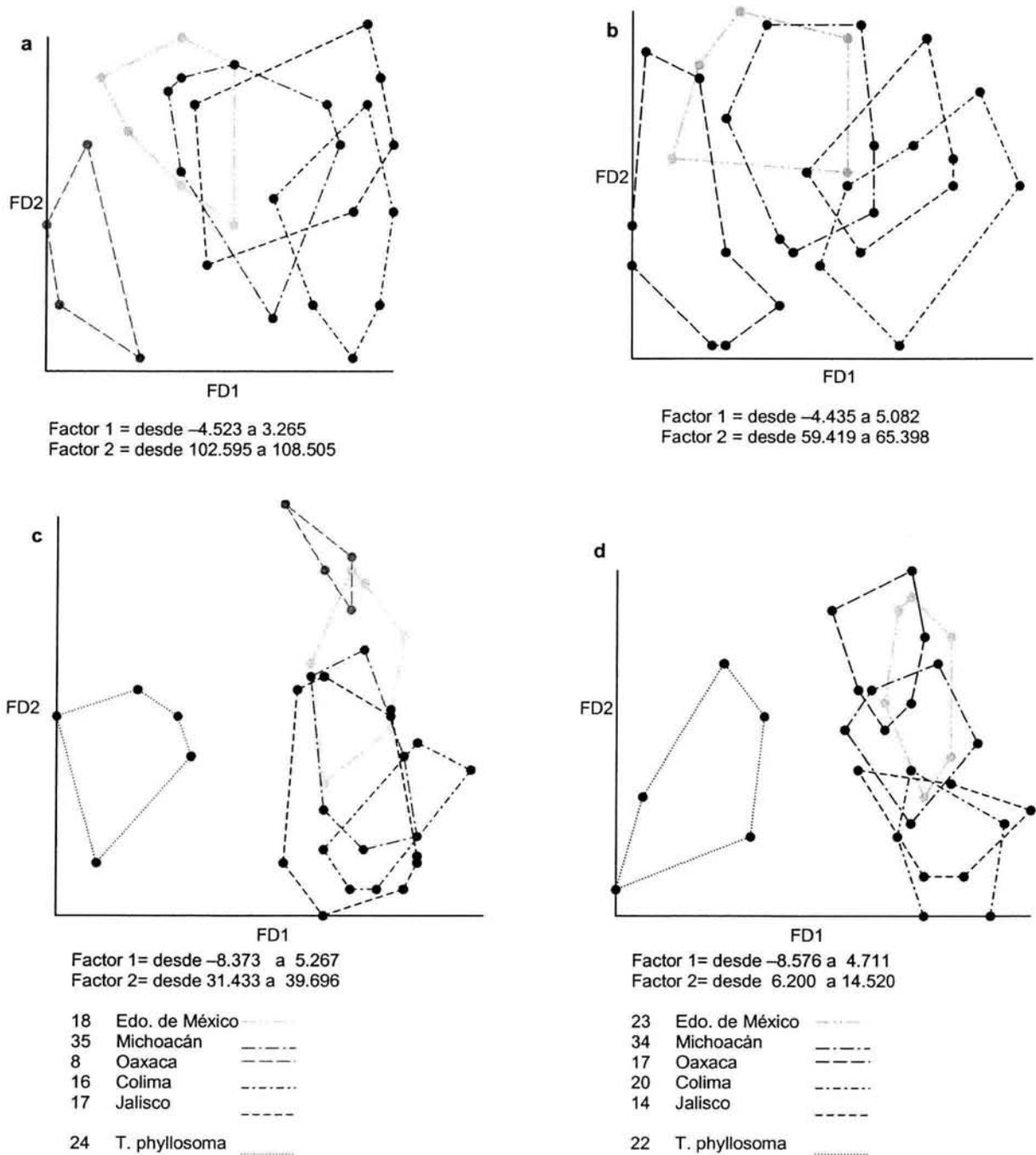
**Figura 15** Análisis de Componentes Principales Multigrupo de hembras lado izquierdo 15 a y machos 15 b, de cinco poblaciones de *Triatoma pallidipennis* de los Estados de México, Michoacán, Oaxaca, Colima y Jalisco.

### **Análisis discriminante con tamaño incluido**

El siguiente análisis muestra los análisis dicriminantes de hembras y machos con tamaño incluido y la diferencia que se da dentro del mismo análisis con la presencia del grupo externo.

Las Figuras 16 a, b, c y d que se muestran a continuación, evidencian la función que tiene el grupo externo dentro de nuestro estudio, ya que en el polígono de la Figura16 a muestra una clara separación de la población de *T. pallidipennis* hembras del Estado de Oaxaca de las otras poblaciones. Sin embargo, en el polígono de la Figura16c se manifiestan las diferencias interespecíficas entre *T. pallidipennis* y *T. phyllosoma* hembras, ya que dentro de este último polígono la población de Oaxaca se encuentra en el extremo superior separado de las otras poblaciones y solo se traslapa con la población del Estado de México.

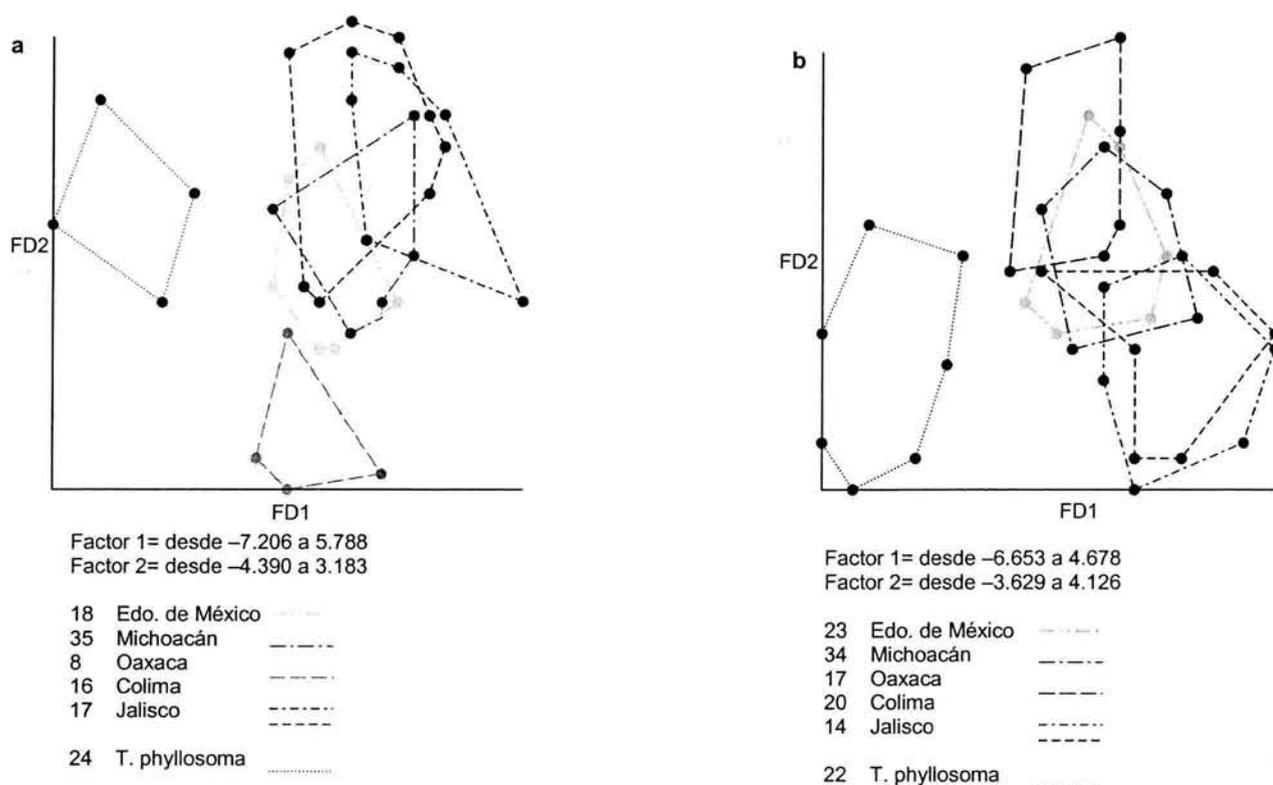
La población de machos mostrada en el polígono de la Figura16 b muestra también una separación de la población de Oaxaca aunque no es tan marcada como en el de las hembras Figura16 a, y en el caso de los machos hay una pequeña zona de traslape con el Estado de México, que se extiende a la población de Michoacán al integrar al análisis el grupo externo Figura 16d, sin embargo en ambos casos se puede ver claramente la separación de las poblaciones de Colima y Jalisco de Oaxaca.



**Figura 16 a, b, c y d Análisis discriminante tamaño incluido** de hembras a, c y machos b, d, aclarando que las figuras superiores solo incluyen a las cinco poblaciones de *T. pallidipennis* y las figuras inferiores integran además al grupo externo formado por la población de *T. phyllosoma* de Oaxaca.

### Análisis discriminante con tamaño excluido.

Posteriormente se realizaron análisis discriminantes (AD) excluyendo el tamaño, lo cual muestra diferencias libres de componente tamaño, es decir presenta la forma de las poblaciones.



**Figura 17 a y b Análisis discriminante tamaño excluido** de hembras y machos incluyendo a *T. phyllosoma* como grupo externo.

Los polígonos de la Figura 17 a y b obtenidos luego de aplicar el análisis discriminante a las cinco poblaciones utilizando los caracteres seleccionados de alas y cabeza, e incluyendo al grupo externo. Muestran que el Factor Discriminante 1 (FD1) separa el grupo externo de los demás grupos y el Factor Discriminante 2 (FD2) no separa a los grupos estudiados, observándose solamente una tendencia de las hembras de Oaxaca a separarse de las demás poblaciones. Sin embargo esta tendencia es menor en los machos. También se realizó un análisis discriminante para las mediciones de alas y cabezas por

separado sin lograrse obtener una mejor diferenciación que la que nos muestra la Figura 17.

### **Análisis morfométrico por altitud y longitud geográfica**

Debido al impacto que el medio ejerce sobre el genotipo para la expresión de un fenotipo determinado, se considero realizar la diferenciación de tres poblaciones basándose en las características de altitud y longitud de las localidades de colecta.

Inicialmente se dividieron en dos grupos: uno con organismos de altitud igual y mayor a los 800 msnm y otro con una altitud menor, posteriormente se hizo una segunda separación diferenciando la población que se encuentra por encima de los 800 msnm y una longitud igual y mayor a 100 grados a la cual se le definió como Norte (N) y la otra con una longitud menor a 100 grados que se definió como Sur (S). Los polígonos de la Figura 18 a y b muestran el análisis con tamaño excluido y los de la Figura 18 c y d, el análisis con tamaño incluido.

Podemos interpretar los análisis mostrados a través de las figuras 18 como la diferenciación dada por un grupo de características que permiten a las tres poblaciones diferenciarse pero que aún siguen compartiendo características determinadas que las relacionan.

En las Figuras a y b con tamaño excluido, podemos apreciar como el FD1 diferencia a las poblaciones tanto de hembras como de machos  $S < 800$ msnm, y dentro del FD2 se están separando ya las poblaciones.

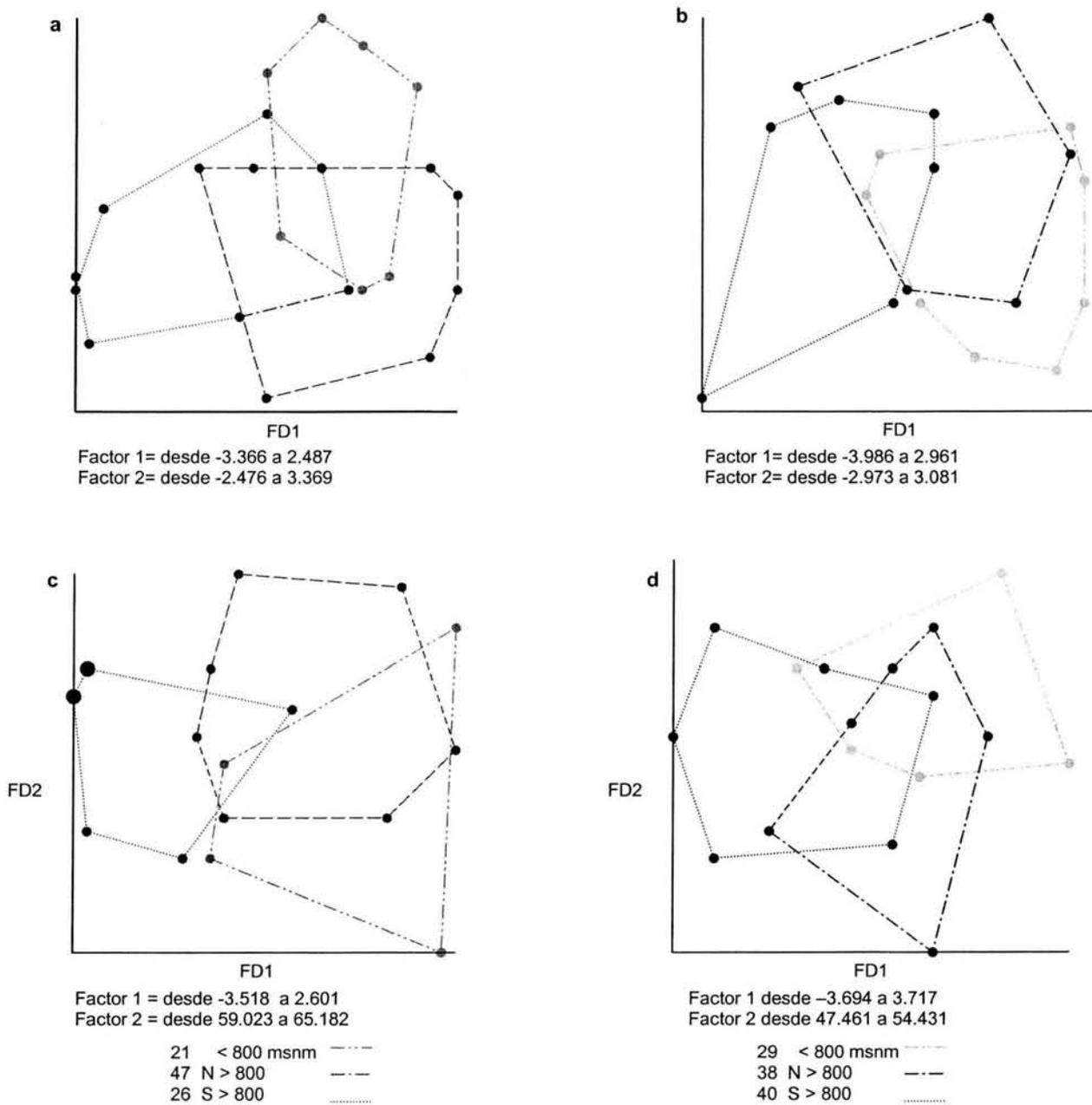


Figura 18 a, b, c y d Polígonos que muestran la morfometría de las poblaciones de hembras y machos, diferenciadas por características geográficas de altitud y longitud a y b con tamaño excluido y, c y d con tamaño incluido.

## Asimetría

Con los datos de las mediciones de los segmentos de ambas alas, se realizó el análisis de asimetría, basándose en la metodología recomendada por Dujardin (1999), en un análisis de varianza de dos vías examinando la contribución a la variación total de las diferencias entre individuos, entre lados (asimetría direccional), entre lados según los individuos (asimetría no direccional), y entre mediciones (error de medición).

En el Cuadro 4 se presentan los resultados de la prueba de Shapiro Wilkinson realizada para determinar la compatibilidad de cada variable con una distribución normal en el Estado de México.

Se examinó la distribución de las diferencias con signo para verificar la distribución y la igualdad a cero de los promedios para determinar el tipo de asimetría no direccional, ya sea asimetría fluctuante o antisimetría.

**Cuadro 4 Asimetría de alas de población de *T. pallidipennis* del Estado de México.**

	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k
Asím. Direc.	S	S	S	S	NS	NS	NS	NS	S	NS	S
A. No Direc.	NS	S	S	S	S	S	S	S	NS	S	NS
Normalidad	Si	No	Si	No	Si						
Promedio = 0	No	No	No	No	Si						
<b>Machos</b>	<b>AD</b>	<b>AD</b>	<b>AD</b>	<b>AD</b>	<b>AF</b>	<b>AF</b>	<b>AF</b>	<b>AF</b>	<b>AD</b>	<b>AS</b>	<b>AD</b>
Asím. Direc.	S	S	S	S	NS	NS	NS	NS	S	NS	S
A. No Direc.	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	NS
Normalidad	Si	Si	Si	Si	No	Si	Si	Si	Si	Si	Si
Promedio = 0	Si	Si	Si	No	Si	Si	Si	Si	No	No	Si
<b>Hembras</b>	<b>AD</b>	<b>AD</b>	<b>AD</b>	<b>AD</b>	<b>AS</b>	<b>AF</b>	<b>AF</b>	<b>AF</b>	<b>AD</b>	<b>NH</b>	<b>AD</b>

(\*\*\*) Abrev. S=significativo, NS=no significativo, AD=Asimetría Direccional, AF=Asimetría Fluctuante, AS= Antisimetría y NH= No hay.

Para el Estado de México se encontró asimetría direccional (AD) en machos y hembras para a, b, c, d, i, k; asimetría fluctuante (AF) en machos en e, f, g, h y en hembras en f, g, h; antisimetría (AS) en machos en j y en hembras en e. No se encontró ningún tipo de asimetría en j de hembras.

**Cuadro 5 Asimetría de alas de población de *T.pallidipennis* de Michoacán.**

	a	b	c	D	e	f	g	h	i	j	k
Asím. Direc.	S	S	S	S	NS						
A. No Direc.	S	S	NS	S	S	NS	S	S	NS	NS	NS
Normalidad	Si										
Promedio = 0	No	No	No	No	Si	Si	Si	Si	Si	Si	No
<b>Machos</b>	<b>AD</b>	<b>AD</b>	<b>AD</b>	<b>AD</b>	<b>AF</b>	<b>NH</b>	<b>AF</b>	<b>AF</b>	<b>NH</b>	<b>NH</b>	<b>NH</b>
Asím. Direc.	S	NS	Ns	Ns	NS	S	NS	NS	NS	NS	NS
A. No Direc.	S	NS	S	S	NS	S	NS	NS	NS	NS	S
Normalidad	Si	No									
Promedio = 0	Si	Si	Si	Si	Si	No	Si	Si	Si	Si	Si
<b>Hembras</b>	<b>AD</b>	<b>NH</b>	<b>AF</b>	<b>AF</b>	<b>NH</b>	<b>AD</b>	<b>NH</b>	<b>NH</b>	<b>NH</b>	<b>NH</b>	<b>AS</b>

En Michoacán presentaron asimetría direccional los machos en a, b, c, d y las hembras en a, d; asimetría fluctuante los machos en e, g, h y las hembras en c, d; antisimetría las hembras en k. No hubo asimetría en machos en f, i, j, k y en hembras en b, e, g, h, i, j.

**Cuadro 6 Asimetría de alas de población de *T.pallidipennis* de Oaxaca.**

	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k
Asím. Direc.	S	NS	S	S	NS	NS	NS	NS	SI	NS	NS
A. No Direc.	S	S	S	S	S	NS	NS	NS	S	NS	NS
Normalidad	No	Si	Si	Si	Si	Si	No	Si	Si	Si	Si
Promedio = 0	Si										
<b>Machos</b>	<b>AD</b>	<b>AF</b>	<b>AD</b>	<b>AD</b>	<b>AF</b>	<b>NH</b>	<b>NH</b>	<b>NH</b>	<b>AD</b>	<b>NH</b>	<b>NH</b>
Asím. Direc.	S	S	S	S	S	NS	NS	NS	S	NS	NS
A. No Direc.	NS	NS	NS	S	S	S	NS	NS	NS	NS	NS
Normalidad	Si										
Promedio = 0	No	No	No	No	No	Si	Si	Si	No	Si	Si
<b>Hembras</b>	<b>AD</b>	<b>AD</b>	<b>AD</b>	<b>AD</b>	<b>AD</b>	<b>AF</b>	<b>NH</b>	<b>NH</b>	<b>AD</b>	<b>NH</b>	<b>NH</b>

En Oaxaca presentaron: asimetría direccional los machos en a, c, d, i y las hembras en a, b, c, d, e, i; asimetría fluctuante los machos en b, e y las

hembras en f. No presentaron asimetría de alas los machos en f, g, h, j, k y las hembras en g, h, j, k.

**Cuadro 7 Asimetría de alas de población de *T. pallidipennis* de Colima.**

	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k
Asím. Direc.	S	S	S	S	S	NS	NS	S	NS	NS	NS
A. No Direc.	NS	NS	S	NS	S	S	NS	NS	NS	NS	NS
Normalidad	No	No	Si	Si	Si	No	Si	Si	Si	Si	No
Promedio = 0	No	No	Si								
<b>Machos</b>	<b>AD</b>	<b>AD</b>	<b>AD</b>	<b>AD</b>	<b>AD</b>	<b>AS</b>	<b>NH</b>	<b>AD</b>	<b>NH</b>	<b>NH</b>	<b>NH</b>
Asím. Direc.	S	S	S	S	NS	NS	NS	NS	NS	NS	S
A. No Direc.	S	S	S	S	S	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Normalidad	No	No	No	No	Si	No	Si	Si	Si	Si	No
Promedio = 0	Si	No	Si	No	Si						
<b>Hembras</b>	<b>AD</b>	<b>AD</b>	<b>AD</b>	<b>AD</b>	<b>AF</b>	<b>NH</b>	<b>NH</b>	<b>NH</b>	<b>NH</b>	<b>NH</b>	<b>AD</b>

\*\*\*

En Colima presentan asimetría direccional los machos en a, b, c, d, e, h y las hembras en a, b, c, d, k; asimetría fluctuante las hembras en e; antisimetría los machos en f. No presentaron asimetría los machos en g, i, j, k y las hembras en f, g, h, i, j.

**Cuadro 8 Asimetría de alas de la población de *T. pallidipennis* de Jalisco.**

	a	b	c	d	e	f	g	h	i	J	k
Asím. Direc.	S	S	S	S	NS	NS	NS	NS	S	NS	NS
A. No Direc.	S	S	S	NS	S	NS	S	NS	NS	NS	NS
Normalidad	Si	No	Si	Si							
Promedio = 0	Si	No	No	Si							
<b>Machos</b>	<b>AD</b>	<b>AD</b>	<b>AD</b>	<b>AD</b>	<b>AF</b>	<b>NH</b>	<b>AF</b>	<b>NH</b>	<b>AD</b>	<b>NH</b>	<b>NH</b>
Asím. Direc.	S	S	S	S	NS	NS	S	S	NS	NS	S
A. No Direc.	S	S	S	S	S	S	NS	NS	NS	NS	NS
Normalidad	Si	No	Si	No	Si						
Promedio = 0	Si										
<b>Hembras</b>	<b>AD</b>	<b>AD</b>	<b>AD</b>	<b>AD</b>	<b>AF</b>	<b>AF</b>	<b>AD</b>	<b>AD</b>	<b>NH</b>	<b>NH</b>	<b>AD</b>

\*\*\*

En Jalisco presentan asimetría direccional los machos en a, b, c, d, i y las hembras en a, b, c, d, g, h, k; asimetría fluctuante los machos en e, g y las hembras en e, f. No presentaron asimetría los machos en f, h, j, k y las hembras en i, j.

En resumen se encontraron los tres tipos de asimetría tanto en hembras como en machos del Estado de México y solamente el carácter j de hembras no presentó ningún tipo de asimetría. En Colima y Michoacán también se presentan los tres tipos de asimetría pero hay más caracteres en los que no hay asimetría. En Oaxaca y Jalisco se encontró asimetría direccional y fluctuante pero no se encontró antisimetría. Hay caracteres en los que no se encuentra ningún tipo de asimetría.

### Dimorfismo Sexual

El Cuadro 9 permite apreciar que para la población de Michoacán no hubo diferencias significativas entre los caracteres del ala derecha, presentando sólo "g" diferencia significativa por lo que se puede decir que en la población de Michoacán las alas de los dos géneros tienen el mismo tamaño.

**Cuadro 9 Valores de promedios obtenidos para la población de Michoacán.**

<b>ALA IZQUIERDA</b>	<b>a</b>	<b>b</b>	<b>c</b>	<b>d</b>	<b>e</b>	<b>f</b>	<b>g</b>	<b>h</b>	<b>i</b>	<b>j</b>	<b>k</b>
Hembra PROM	89.94	67.52	79.91	90.25	36.25	23.22	14.97	37.91	81.13	76.61	148.80
DESV	7.48	6.27	6.57	7.15	3.79	2.13	1.33	2.81	6.06	5.44	9.98
Macho PROM	90.91	67.79	80.32	90.47	37.40	23.61	15.82	39.08	83.48	77.55	151.43
DESV	6.51	5.24	6.06	6.30	6.40	1.68	1.35	2.20	4.88	4.72	8.43
<b>F</b>	<b>NS</b>	<b>NS</b>	<b>NS</b>	<b>NS</b>	<b>NS</b>	<b>NS</b>	<b>&lt;0.05</b>	<b>NS</b>	<b>NS</b>	<b>NS</b>	<b>NS</b>
<b>ALA DERECHA</b>											
Hembra PROM	90.33	67.77	80.41	90.63	36.38	22.58	15.33	38.19	81.33	76.33	149.30
DESV	6.88	6.08	6.55	7.21	2.99	2.00	1.75	2.65	6.19	5.46	10.32
Macho PROM	91.00	68.55	81.82	91.61	37.52	23.29	15.41	38.64	83.14	77.41	152.64
DESV	6.28	5.06	5.73	5.92	3.43	2.22	1.63	2.56	5.15	4.58	8.55
<b>F</b>	<b>NS</b>	<b>NS</b>	<b>NS</b>	<b>NS</b>	<b>NS</b>						

\*\*\*\*(PROM), Desviación Standard (DESV) y resultado de la prueba de (F), aplicada a las mediciones "a, b, c, d, e, f, g, h, i, j, y k".

En el Cuadro 10 se ve que los caracteres “b y j” del ala izquierda no presentaron diferencias significativas, así como “e, f, g, h y j” para el ala derecha; lo que muestra que para estos caracteres de alas los dos géneros tienen el mismo tamaño. En las otras mediciones de alas se encuentran diferencias significativas y se ve que las alas de los machos son más grandes que las de las hembras.

**Cuadro 10 Valores de promedios obtenidos para la población del Estado de México.**

<b>ALA IZQUIERDA</b>	<b>a</b>	<b>b</b>	<b>c</b>	<b>d</b>	<b>e</b>	<b>f</b>	<b>g</b>	<b>h</b>	<b>i</b>	<b>j</b>	<b>k</b>
Hembra PROM	88.61	66.55	78.33	88.22	35.72	22.88	14.00	36.94	80.83	75.00	146.94
DESV	3.25	3.12	3.83	4.38	2.19	1.77	1.41	2.79	3.48	3.58	5.55
Macho PROM	92.79	68.62	82.04	91.54	38.50	24.12	14.83	38.83	84.54	77.58	154.20
DESV	4.55	4.75	5.05	5.22	3.33	1.48	1.23	2.07	4.52	2.29	7.57
<b>F</b>	<b>&lt;0.05</b>	<b>NS</b>	<b>&lt;0.05</b>	<b>NS</b>	<b>&lt;0.05</b>						
<b>ALA DERECHA</b>											
Hembra PROM	89.61	67.33	79.72	89.00	35.88	22.72	14.05	37.16	79.88	74.66	148.05
DESV	3.92	3.34	3.40	4.49	3.39	1.70	1.66	2.45	4.05	3.49	5.38
Macho PROM	94.12	70.41	83.29	93.45	37.95	23.75	14.66	38.58	83.91	77.12	154.87
DESV	4.73	4.71	5.69	5.57	4.12	1.87	1.49	2.26	4.51	5.38	7.65
<b>F</b>	<b>&lt;0.05</b>	<b>&lt;0.05</b>	<b>&lt;0.05</b>	<b>&lt;0.05</b>	<b>NS</b>	<b>NS</b>	<b>NS</b>	<b>NS</b>	<b>&lt;0.05</b>	<b>NS</b>	<b>&lt;0.05</b>

\*\*\*\*

Cuadro 11 muestra que en la población de Oaxaca las medidas de los caracteres “e, g y j” del ala izquierda no presentaron diferencias significativas y en el ala derecha en a, b, g, j; lo que muestra que para estos caracteres los dos géneros tienen el mismo tamaño. En las mediciones en las que se encuentran diferencias significativas las alas de los machos son más grandes que las de las hembras.

**Cuadro 11 Valores de promedios obtenidos para la población de Oaxaca**

<b>ALA IZQUIERDA</b>	<b>a</b>	<b>b</b>	<b>c</b>	<b>d</b>	<b>e</b>	<b>f</b>	<b>g</b>	<b>h</b>	<b>i</b>	<b>j</b>	<b>k</b>
Hembra PROM	84.44	63.55	75.11	83.00	33.33	21.33	11.88	32.88	76.44	71.88	137.88
DESV	5.59	4.18	3.85	4.18	1.93	1.11	1.16	1.53	4.18	4.67	77.81
Macho PROM	88.88	67.72	80.38	87.88	35.00	22.94	12.93	35.77	79.66	73.88	145.16
DESV	4.81	3.70	4.25	4.53	2.58	1.76	1.46	2.07	3.36	3.26	5.81
<b>F</b>	<b>&lt;0.05*</b>	<b>&lt;0.05</b>	<b>&lt;0.05</b>	<b>&lt;0.05</b>	<b>NS</b>	<b>&lt;0.05</b>	<b>NS</b>	<b>&lt;0.05</b>	<b>&lt;0.05*</b>	<b>NS</b>	<b>&lt;0.05</b>
<b>ALA DERECHA</b>											
Hembra PROM	85.55	65.66	76.55	84.11	32.33	20.77	11.77	32.33	74.88	71.88	137.66
DESV	5.74	4.92	4.50	4.53	2.12	1.39	1.56	1.41	4.22	3.88	7.46
Macho PROM	89.61	68.00	80.94	88.33	34.55	23.16	12.78	35.77	79.50	74.33	145.55
DESV	5.38	4.01	3.82	4.78	2.54	1.54	1.83	1.73	3.29	2.99	5.33
<b>F</b>	<b>NS</b>	<b>NS</b>	<b>&lt;0.05</b>	<b>&lt;0.05</b>	<b>&lt;0.05</b>	<b>&lt;0.05</b>	<b>NS</b>	<b>&lt;0.05</b>	<b>&lt;0.05</b>	<b>NS</b>	<b>&lt;0.05*</b>

\*\*\*\*

El Cuadro 12 muestra que en la población de Colima las medidas de los caracteres “e y f” del ala izquierda no presentaron diferencias significativas y en el ala derecha en e, f, g, h; lo que muestra que para estos caracteres tanto las hembras como los machos tienen el mismo tamaño. En las mediciones en las que se encuentran diferencias significativas las alas de los machos son más grandes que las de las hembras.

**Cuadro 12 Valores de promedios obtenidos para la población de Colima.**

<b>ALA IZQUIERDA</b>	<b>a</b>	<b>b</b>	<b>c</b>	<b>d</b>	<b>e</b>	<b>f</b>	<b>g</b>	<b>h</b>	<b>i</b>	<b>j</b>	<b>k</b>
Hembra PROM	83.94	63.38	75.81	85.31	35.13	23.44	14.06	38.25	78.75	74.44	140.75
DESV	7.87	7.58	8.21	8.87	3.63	2.19	2.02	2.82	5.65	5.51	10.74
Macho PROM	91.65	69.95	84.45	93.85	36.15	24.55	15.65	40.55	84.95	80.05	152.45
DESV	9.51	4.56	5.23	5.36	2.78	2.52	1.56	2.46	4.14	3.72	6.63
<b>F</b>	<b>&lt;0.05</b>	<b>&lt;0.05</b>	<b>&lt;0.05</b>	<b>&lt;0.05</b>	<b>NS</b>	<b>NS</b>	<b>&lt;0.05</b>	<b>&lt;0.05</b>	<b>&lt;0.05</b>	<b>&lt;0.05</b>	<b>&lt;0.05</b>
<b>ALA DERECHA</b>											
Hembra PROM	84.63	64.56	76.50	86.31	35.38	24.00	14.44	38.50	78.38	74.44	141.06
DESV	8.16	7.40	8.02	8.87	3.28	2.31	1.93	2.83	5.54	6.46	10.73
Macho PROM	92.80	71.05	84.75	94.60	36.47	24.95	15.15	40.30	84.65	79.95	152.35
DESV	5.25	4.57	5.47	5.81	2.12	2.06	1.42	2.77	3.87	3.93	6.74
<b>F</b>	<b>&lt;0.05</b>	<b>&lt;0.05</b>	<b>&lt;0.05</b>	<b>&lt;0.05</b>	<b>NS</b>	<b>NS</b>	<b>NS</b>	<b>NS</b>	<b>&lt;0.05</b>	<b>&lt;0.05</b>	<b>&lt;0.05</b>

\*\*\*\*

El Cuadro 13 muestra que en la población de Jalisco las medidas de los caracteres “b, f y j” del ala izquierda no presentaron diferencias significativas y en el ala derecha en f; lo que muestra que para estos caracteres los dos géneros tienen el mismo tamaño. En las mediciones en las que se encuentran diferencias significativas las alas de los machos son más grandes que las de las hembras.

**Cuadro 13 Valores de promedios obtenidos para la población de Jalisco**

<b>ALA IZQUIERDA</b>	<b>a</b>	<b>b</b>	<b>c</b>	<b>d</b>	<b>e</b>	<b>f</b>	<b>g</b>	<b>h</b>	<b>i</b>	<b>j</b>	<b>k</b>
Hembra PROM	88.53	68.18	81.00	89.94	35.24	24.00	14.00	37.82	79.94	77.12	140.76
DESV	5.59	5.53	6.59	5.98	2.66	2.60	1.66	2.48	4.59	5.67	8.40
Macho PROM	94.36	70.79	86.29	96.07	38.29	25.50	15.50	41.64	86.79	81.36	156.36
DESV	6.51	5.16	5.80	6.50	3.67	3.11	1.45	4.27	7.30	6.58	10.58
F	<0.05	NS	<0.05	<0.05	<0.05	NS	<0.05	<0.05	<0.05	NS	<0.05
<b>ALA DERECHA</b>											
Hembra PROM	89.35	68.65	81.65	90.94	34.76	23.59	14.41	38.35	80.35	76.76	141.18
DESV	5.73	4.97	6.06	6.35	3.99	2.69	1.42	3.46	5.57	5.69	8.92
Macho PROM	95.00	72.64	87.43	97.07	38.14	25.57	15.57	41.93	86.14	81.64	155.64
DESV	6.03	5.44	5.94	6.67	3.13	3.48	1.65	4.67	7.11	6.37	10.54
F	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	NS	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05

Es muy claro que existe dimorfismo sexual en la población de los estados de Colima, Jalisco, Oaxaca y el Estado de México ya que en la mayoría de las pruebas la diferencia resultante es significativa. Los machos presentan alas de mayor tamaño que las hembras.

En la población de Michoacán sólo el carácter “g” fue significativamente diferente en el ala izquierda, lo que indica que no hay dimorfismo sexual de alas en esta población.

## VI. DISCUSIÓN

Si bien se han realizado numerosos estudios morfométricos del género *Triatoma*<sup>66,88</sup>, *Panstrongylus*<sup>68,81</sup> y *Rhodnius*<sup>79,90,91</sup>, en países de América del Sur, no se han publicado datos sobre poblaciones de especies de Norte América como es el caso de *Triatoma pallidipennis*.

Los perfiles de Guillaumin tanto de alas como de cabeza, que fueron las partes del cuerpo de los triatominos que se emplearon debido a la facilidad con la que se pueden obtener y a que nos dan puntos de medición adecuados para estudiar la morfometría de los triatominos, no demostraron que existieran diferencias entre los organismos muestreados en el Estado de México, Michoacán, Oaxaca, Colima y Jalisco. Las poblaciones de Colima y Jalisco tienen un tamaño mayor en comparación con la de Oaxaca y en menor grado con las del Estado de México y Michoacán. Las diferencias del tamaño total entre poblaciones pueden deberse a variaciones ambientales, especialmente cuando la altitud y la temperatura son diferentes, tal como lo señala la ley de Bergmann<sup>92</sup>.

Un tamaño menor puede reflejar un estado de adaptación más avanzado al ambiente doméstico. En un estudio realizado por Harry<sup>90</sup> con poblaciones de *Rhodnius prolixus*, y en otro realizado por Ramsey (comunicación personal) con *T. pallidipennis* del estado de Morelos, se encontró que los organismos silvestres presentan dimensiones de alas, de cabezas totales más grandes que los domésticos. En el presente estudio la población más silvestre fue la de Oaxaca, coincidiendo con que fue la más pequeña. Sin comparar subgrupos en una misma región, no se puede aclarar todavía este punto para *T. pallidipennis*.

El análisis de componentes principales multigrupo (ACPmg) no logró separar los grupos pero, evidenció la tendencia hacia el mayor o menor tamaño de las alas y cabeza de cada grupo, confirmando la tendencia de estas en los triatominos de Oaxaca hacia el menor tamaño, como lo habían demostrado los perfiles de Guillaumin.

El Análisis Discriminante (AD) en el que se utilizó tanto el tamaño incluido como el tamaño excluido no revela diferencias de forma y conformación entre los

individuos de Colima, Jalisco, Estado de México, Michoacán y Oaxaca. Sin embargo en esta última población se encontró una tendencia a diferenciarse con respecto a las otras, lo que puede señalar que las poblaciones de *T. pallidipennis* en los estados de Colima, Jalisco, Estado de México y Michoacán todavía son muy similares y la única que tiende a diferenciarse es la de Oaxaca. Al realizar el análisis discriminante de las cinco poblaciones con tamaño incluido y excluido, después de agruparlas tomando en cuenta la altitud, mayor y menor a 800 msnm, y la localización de los estados, en el norte o sur de la República, se encontró que las poblaciones se agrupan y empiezan a diferenciarse de acuerdo con estas características, lo que nos confirma la importancia de las condiciones geográficas para la diferenciación de estas poblaciones.

Cuando en el análisis se utilizaron solamente los caracteres de alas o los de cabeza por separado la diferenciación morfométrica entre las poblaciones resultó ser menos eficiente que el conjunto de mediciones en los que se mezclaron alas y cabeza. Casini<sup>88</sup> estudiando ejemplares de *Triatoma infestans* en Uruguay y Lehmann<sup>93</sup> estudiando especímenes de *Triatoma dimidiata* en México, encontraron que cuando se usan los caracteres de alas en un análisis de morfometría en el que se excluye el tamaño alométrico no es posible diferenciar poblaciones mediante análisis discriminante. Sin embargo si se utilizan los caracteres de cabeza por sí solos, la distinción entre poblaciones es más clara. Esto no se encontró en las poblaciones de *T. pallidipennis* estudiadas, probablemente debido a que todavía no existe suficiente diferenciación entre ellas.

Las pequeñas diferencias de tamaño y forma encontradas entre las poblaciones de Jalisco, Estado de México y Michoacán en las que se ubicó en un extremo a las de Colima, y en el otro extremo a las de Oaxaca con una mayor diferenciación, sugiere que todas estas poblaciones pueden tener un origen filogenético similar y que actualmente se mantiene un flujo genético entre ellas. En un estudio reciente realizado con base en las secuencias de DNA mitocondrial de tres poblaciones de *T. pallidipennis* provenientes de los Estados de Oaxaca, Morelos y Colima, se afirma la existencia de tres clados diferentes

con una divergencia de secuencias del 2.3 al 5.4%. En el presente estudio si analizamos solamente los datos de Oaxaca y Colima es posible observar diferencias reales en cuanto a forma y tamaño, lo que apoyaría las conclusiones de Harris<sup>94</sup>.

Con respecto al dimorfismo sexual, se sabe que esta característica existe entre los triatominos siendo las hembras más grandes que los machos<sup>29</sup>. Sin embargo, en un estudio semejante realizado con *T. pallidipennis*, estudiando alas de poblaciones intradomiciliarias, peridomiciliarias y silvestres del estado de Morelos (Ramsey comunicación personal), se encontró que el dimorfismo sexual está relacionado con el hábitat de esta especie. Se encontró que en las poblaciones intradomiciliarias, los machos presentan un mayor tamaño que las hembras; en el hábitat peridomiciliario los tamaños de ambos géneros eran similares y pocos caracteres presentaban mayor tamaño en los machos que en las hembras; en la población silvestre se encontró que esta relación se invertía o sea que las alas de las hembras eran más grandes que las de los machos. Los resultados de este trabajo coinciden con esta apreciación, ya que las poblaciones estudiadas fueron principalmente de origen intradomiciliario y peridomiciliario y confirmamos que las alas de los machos de *T. pallidipennis* son más grandes que las de las hembras en todas las poblaciones.

En lo que se refiere a asimetría encontramos que los triatominos del Estado de México son los que presentan asimetría en todos los caracteres lo que nos podría decir que son los más domiciliados, en cambio los de Jalisco, Colima, Michoacán y Oaxaca todavía tienen varios caracteres que no presentan asimetría lo que nos habla de una domiciliación más reciente. Las cinco poblaciones presentan en muchos caracteres asimetría direccional, lo que nos indica una asimetría de origen genético y en pocos caracteres asimetría fluctuante que es la que nos habla de asimetría debida al medio ambiente. El hábitat doméstico representa mayor adaptación de la especie en un lapso de tiempo más prolongado, ya que al encontrarse viviendo en un hábitat estable, no necesitan un crecimiento simétrico de las alas probablemente debido a que no las utilizan para desplazarse en la búsqueda de alimento o pareja.

La carencia de información morfométrica para esta y otras especies de la región y las diferencias observadas en el presente trabajo entre las poblaciones estudiadas manifiestan la necesidad de continuar con este tipo de estudios, mediante la aplicación coordinada de técnicas morfométricas, isoenzimáticas, citogenéticas y moleculares. Sobre todo estudios futuros deberán analizar las características epidemiológicas de estas poblaciones y correlacionarlas con las diferencias genéticas que se encuentren, lo cual podría obligar al planeamiento de diferentes estrategias de control para cada población.

## VII CONCLUSIONES

- Los análisis discriminantes revelan que existen diferencias significativas, pero aún no hay independencia del tamaño entre las cinco poblaciones. Todavía no se pueden encontrar diferencias de forma entre ellas.
- Las cinco poblaciones estudiadas no son totalmente iguales ya que existen algunas diferencias morfométricas importantes entre ellas que pueden ser debidas a diferencias ambientales.
- Al hacer el análisis multivariado tomando en cuenta la altitud y la longitud de las diferentes localidades estudiadas se encontró que se agrupaban y empezaban a diferenciarse.
- Los organismos de Oaxaca son los más pequeños, seguidos por los de Michoacán y Estado de México, sin embargo las diferencias observadas no fueron muy grandes por lo que pueden ser debidas a causas ambientales. Las poblaciones de mayor tamaño son las de Colima y Jalisco.
- Existe un dimorfismo sexual en las alas de las poblaciones de *T. pallidipennis*, de Colima, Jalisco y Estado de México, siendo las alas de los machos de mayor tamaño que las de las hembras, no se encontró este dimorfismo sexual en la población de Michoacán. Los resultados obtenidos indican que las poblaciones evaluadas son de origen intradomiciliario y peridomiciliario.
- El análisis de asimetría sugirió que los individuos de todas las poblaciones estudiadas provienen de hábitats estables ya que todos presentan asimetría.
- Se encontró que fue adecuado el incluir a *T. phyllosoma* como grupo externo ya que a pesar de pertenecer al mismo complejo *phyllosoma* que *T. pallidipennis* se comporta como una especie diferente en todos los análisis.

## BIBLIOGRAFÍA SECUENCIAL

1. Sierra J., Storino R. y Rigou D. 1994. Antecedentes históricos. Cap. 29. en: *Storino R y Milei J. Eds. Enfermedad de Chagas*. Mosby-Doyma. Buenos Aires.
2. Tay J. 1980. La enfermedad de Chagas en la República Mexicana. *Salud Pública México*. 22:409-450.
3. Guhl F., Pinto N., y Aguilera G. 2000. Biología, epidemiología y control de la Tripanosomosis americana y Leishmaniosis. *Memorias*. Ibagué.
4. WHO. 1997. Progress 1995-1996: Thirteenth programme report of the Programme for Research and Training in Tropical Diseases UNDP/World Bank World Health Organization. Geneve. *WHO Technical Report Series Special*. 112-123.
5. World Development Report World Bank. 1993. Investing in Health. New York, USA. Oxford University Press. 329 pp.
6. Schmunis G.A. 1999. Iniciativa del Cono Sur. In *Proceedings of the Second International Workshop in Population Biology and Control of Triatominae* Schofield CJ and Ponce C Eds. pp.26-31. INDRE. México.
7. Schmunis G.A., Zicker F., Pinheiro F. y Branding-Bennett D. 1998. Risk for transfusión-transmitted infectious diseases in Central and South America. *Emerg. Infect. Dis.* 4:5-11.
8. Dias J.C.P. y Schofield C.J. 1999. The evolution of Chagas disease (American trypanosomiasis) control after 90 years since Carlos Chagas discovery. *Mem. Inst. Oswaldo Cruz*. 94: 103-121.

9. Guzmán-Bracho C. 2001. Epidemiology of Chagas disease in Mexico: an update. *TRENDS in Parasitology* 17(8): 372-376.
10. Salazar-Schettino P.M., Ruíz-Hernández A.L., Haro-Arteaga I., Tay-Zavala J. y Gutiérrez-Quiroz M. 1989. Serología y electrocardiografía en jóvenes de área endémica de enfermedad de Chagas. *Rev. Medica IMSS México*. 27: 59-65.
11. Guzmán-Bracho C., García-García L., Florián-Verdugo J., Guerrero-Martínez S., Torres-Cosme R., Ramírez-Melgar C., Velasco-Castrejón O. 1998. Riesgo de Transmisión de *Trypanosoma cruzi* por transfusión sanguínea en México. *Rev. Panamericana de Salud Pública México*. 4:(2) 94-99.
12. Organización Panamericana de la Salud. 1996. Taller internacional sobre genética y el control de la población de Triatomíneos. *Boletín Epidemiológico*. S. S. A. 17 del tamaño y la conformación. Memorias ECLAT IV. N° 1. Cap. 29.
13. Mazzotti L. 1940. Dos casos de enfermedad de Chagas en el estado de Oaxca. *Gaceta Médica de México*. 70: 417-420.
14. Usinger R. 1944. The *Triatominae* of North and Central America and the West Indies and their public health significance. *Publ. Health Bull* 288:1-83.
15. Tay J., Schenone H., Sánchez J.T. y Robert L. 1992. Estado actual de los conocimientos sobre la enfermedad de Chagas en la República Mexicana. *Bol Chil Parasitol* 47:43.

16. Gilles H.M. 1999. Protozoal diseases. Arnold Publishers. Great Britain. 9: 306-375.
17. Velasco-Castrejón O., Valdespino J.L., Tapia-Conyer R., Salvatierra B., Guzmán-Bracho C. y Magos C. 1992. Seroepidemiología de la enfermedad de Chagas en México. *Salud Pública de México* 34(2): 186-196.
18. Cortez J.M., González-Hermosillo J.A., Reyes P.A., Martínez-Ríos M.A., Velasco-Castrejón O. y De la Torre R. 1986. Cardiomiopatía chagásica en México. *Archivo Cardiología de México* 56: 499-505.
19. Huante-Magaña R., Piza-Bernal R., Tabarez-Hernández J., Liera-Romero F., Mata-Carbajal E. y Matadamas N. 1990. Enfermedad de Chagas en Guerrero. Reporte de dos casos confirmados con xenodiagnósticos. *Salud Pública México*. 32: 320-324.
20. Barrera-Pérez M.A., Rodríguez-Félix M.E., Guzmán-Marín E. y Zavala-Velázquez J.E. 1992. Prevalencia de la enfermedad de Chagas en el estado de Yucatán. *Rev. Biomedicas* 3: 133-139.
21. Moreno R.M., Sánchez L., Muñoz L., Monteón V.M. y Reyes P.A. 2001. Cardiopatía chagásica en Tehunatepec. Informe Preliminar. *Archivo de Cardiología en México*. 71(1) :43-49.
22. Monteón-Padilla V.M., Vargas-Alarcón G., Vallejo-Allende M. y Reyes P.A. 2002. Miocardiopatía dilatada específica. La cardiopatía chagásica riñónica en el Instituto Nacional de Cardiología Ignacio Chávez. *Archivo de Cardiología en México*. 72( 1): S148-S152.

23. González S. y Durante de Isola E. 1994. Agente etiológico: *Trypanosoma cruzi*. pp 31-32. en: Storino R y Milei J.( Eds) *Enfermedad de Chagas*. Mosby-Doyma. Buenos Aires.
24. Hoare C.A. 1972. The trypanosomes of mammals. A zoological monograph. Blackwell Scientific Publications, Oxford, England. 749pp.
25. Zeledón T. y Rabinovich J. 1981. Chagas' disease: an ecological appraisal with special emphasis on its insect vector. *Ann. Rev. Entomol.* 26:101.
26. Briceño-Lenin R. 1990. La casa enferma. Sociología de la enfermedad de Chagas. Fondo Editorial Acta Científica Venezolana y Consorcio de Ediciones Capriles C.A. Caracas, Venezuela 149pp.
27. Salvatella R., Rodríguez M.E.F., Curto de Casas S.I., Barata J.M.S. y Carcavallo R.U. 1998. Habitats and related fauna. B: Human environment: dwellings and peridomiliary sites, pp. 601-619 en Carcavallo R.U, Galindez Girón I, Jurberg J, Lent H, Eds. *Atlas of Chagas disease vectors in America*. Vol II, Editora FIOCRUZ, Rio de Janeiro, Brasil.
28. Moreno A.R y Carcavallo R.U. 1999. An ecological approach to Chagas disease epidemiology. Feeding sources and patterns pp:561-600 en Carcavallo RU, Galindez Girón I, Jurberg J, Lent H. Eds. *Atlas of Chagas disease vectors in America*. Vol II, Editora FIOCRUZ, Rio de Janeiro, Brasil.
29. Lent H. y Wygodzinsky P. 1979. Revision of the Triatominae (Hemiptera, Reduviidae) and their significance as vectors of Chagas' disease. *Bulletin of the American Museum of Natural History*. 163: 222-225.

30. Schofield C.J. 1988. Biosystematics of the Triatominae in: Biosystematic of Haematophagous Insects. Ed M.W. *Service Systematics Association Special 37*. Claredon Press. Oxford. pp284-312.
31. Miles M.A. 1981. Chagas disease in the Amazon basin III. Ecotopes of the triatomine bug species (Hemiptera:Reduviidae) from the vicinity of Belen. Para State, Brazil. *J. Med Entomol* 18:266-278.
32. Monteiro F.A., Escalante A. A. y Beard B. 2001. Molecular tools and triatomine systematics: a public health perspective. *Trends in Parasitology* 17(7): 344-347.
33. De Souza W. 1984 Cell Biology of *Trypanosoma cruzi*. en: *Storino R y Milei J. Eds. Enfermedad de Chagas*. Mosby-Doyma. Buenos Aires.
34. Espinoza B., Vera-Cruz J.M., González H., Ortega E. y Hernández R. 1998. Genotype and virulence correlation within Mexican stocks of *Trypanosoma cruzi* isolated from patients. *Acta Tropica* 70:63-72.
35. Bosseno M.F., Barnabé C., Magallón-Gastélum E., Lozano-Kasten F., Ramsey J., Espinoza B. y Breniere S.F. 2002. Predominance of *Trypanosoma cruzi* Lineage I in Mexico. *J Clin Microbiol* 40(2): 627-632.
36. Tibayrenc M., Ward P., Moya A. y Ayala F.J. 1986. Natural populations of *Trypanosoma cruzi*, the agent of Chagas disease, have a complex multiclonal structure. *Proc Natl Acad Sci USA* 83:115-119.
37. Barnabé C., Brisse S. y Tibayrenc M. 2000. Population structure and genetic typing of *Trypanosoma cruzi*, the agent of Chagas disease: a multilocus enzyme electrophoresis approach. *Parasitology* 120:513-526.

38. Souto R.P., Fernandes O., Macedo C., Campbell D.A. y Zingales B. 1996. DNA markers define two major phylogenetic lineages of *Trypanosoma cruzi*. *Mol Biochem Parasitol* 83:141-152.
39. Barnabé C. y Brenière. 1999. In Chagas La Enfermedad en Bolivia, Conocimientos Científicos al Inicio del Programa de Control, 1998-2002, Julio R. Alfred Cassab et al. Copyright, Ediciones Gráficas "E. G.", La Paz, Bolivia, 209-215pp.
40. Brisse S., 1998. *Parasitol Today*. 14: 178-179pp.
41. Lauria-Pires L. y Teixeira A.R.L. 1996. Virulence and pathogenicity associated with diversity of *Trypanosoma cruzi* stocks and clones derived from Chagas' disease patients. *Am J. Trop. Med. Hyg* 55:304-310.
42. Solari A., Wallace A., Ortíz S., Venegas J. y Sánchez G. 1998. Biological characterization of *Trypanosoma cruzi* stocks from Chilean insect vectors, *Exp Parasitol* 89:312-322.
43. Revollo S., Ourry B., Laurent J.P., Bernabe C., Quesney V. y Carriere V. 1998. *Trypanosoma cruzi* Impact of clonal evolution of the parasite on its biological and medical properties. *Exp Parasitol* 89:30-39.
44. Schofield C.J. 1994. *Triatominae: Biology and Control*. Eurocommunica Publications. UK. 80pp.
45. Carlier Y., Pinto Dias J., Ostermayer A., Hontebeyrie M., Torrico F. y Truyens C. 2002. Trypanosomiase américaine ou maladie de Chagas. *Encycl Méd Chir*. Editions scientifiques et Médicales Elsevier SAS, Paris tous droits reserves Maladies infectieuses 8-505-A-20, 21 pp.

46. Regina C.B., Figueiredo Q., Rosa S.D., Murilo J.S. 2000. Differentiation of *Trypanosoma cruzi* epimastigotes metacyclogenesis and adhesion to substrate are triggered by nutritional stress. Pp 1213-1218. en *J.parasitol.* (86)6.
47. Carcavallo R.U., Rabinovich J.E. y Tonn R.J. 1985. Factores biológicos y ecológicos en la enfermedad de Chagas. en: *Storino R y Milei J. Eds Enfermedad de Chagas.* Mosby-Doyma. Buenos Aires.
48. Freilij H., Altchek J. y Storino R. 1994. Chagas congénito. Pp. 267-278. en: *Storino R y Milei J. Eds. Enfermedad de Chagas.* Mosby-Doyma. Buenos Aires.
49. Storino R. y Jôrg M. 1994. Vías de Infección y aspectos clínicos en enfermedad de Chagas. pp. 185-208. en: *Storino R y Milei J. Eds. Enfermedad de Chagas.* Mosby-Doyma. Buenos Aires.
50. Pinto R.P y Dias J.C. 1999. Recurso e Estratégias da Luta Anti-Chagásica nas Américas. Visao Critica, Situacao Atual e Perspectivas. p 13-24. en : *Proceedings of the Second International Workshop on Population Genetics and Control of Triatominae.* Tegucigalpa, Honduras. INDRE, México City. 131 pp:5 Ed. Schofield y Ponce C. Eds.
51. ANON. 2002. Enfermedad de Chagas con parasitemia evidente. *Revista Argentina de Cardiología.* 70 (1) Buenos Aires.
52. Reyes P. 1984. Enfermedad de Chagas en México. *Arch. Inst. Cardiología Méx.* 54:1-2.
53. Lopez–Antuñano F.J. 1997. Quimioterapia de las infecciones producidas por *Trypanosoma cruzi*. *Salud Pública de México.* 39: 463-471.

54. Dumonteil E. 1999. Update on Chagas' disease in México. *Salud Publica Méx.* 41: 322-327.
55. Tafuri W.L. 1999. Immunopathology of Chagas disease-A historical review. *Mem. Inst. Oswaldo Cruz* 94: 247-248.
56. Gazzinelli R.T., Talvani A., Camargo M.M., Santiago H.C., Oliveira M.A.P., Vieira L.Q., Martins G.A., Aliberti J.C.S. Silva J.S. 1998. Induction of cell-mediated immunity during stages of infection with intracellular protozoo. *Brz. J. Med. Biol. Res.* 31:89-104.
57. Sadigursky M. 1999. Evolution on the Immunopathology of Chagas disease. *Mem. Inst. Oswaldo Cruz* 94(1): 277-278.
58. TDR. 2002. Strategic Direction for Research: Chagas disease. Feb. OMS. Ginebra, Suiza.
59. Vázquez L. y Villalobos A. 1981. Arthropoda. UNAM. México.
60. Carcavallo R.U., Jurberg J., Lent H., Noireau F. y Galvao C. 2000. Phylogeny of Triatominae Hemiptera: Reduviidae proposal for taxonomic arrangements *Entomología y Vectores*. Ed. Gama Filho. 7 (1): 79-81pp.
61. Del Ponte E. 1930 Catalógo descriptivo de los géneros *Triatoma* Lap., *Rodnius* Stal, y *Eratyrus* Stal. *Rev. Inst. Bat. Dep. Nac. Higiene*, Buenos Aires. 5:855-937 pp.
62. Pinto C. 1927. Clasificación de generes d`Hemipteres de la famille riatomidae (Reduviidae). *Bol. Biol. Sao Paulo*, 8 103-114 pp.

63. Marcilla A., Bargues M.D., Ramsey J., Magallon E., Salazar P.M., Abad-Franch F., Dujardin J.P., Schofield C.J. y Mas-Coma S. 2001. The ITS-2 of the nuclear rDNA as a marker for populations, species and phylogenetic relationships in *Triatominae* (Hemiptera: Reduviidae), vectors of Chagas Disease. *Molecular Phylogenetics and Evolution*. 18:136-142.
64. Dujardin J.P., Schofield C.J. y Panzera F. 2000. Les vecteurs de la maladie de Chagas. Recherches taxonomiques, biologiques et génétiques. Académie Royale des Sciences d'outre Mer. Classe des Sciences Naturelles et Médicales. *N.S.* 24(5): 162pp.
65. Dujardin J.P., Bermudez H. y Schofield C.J. 1997. The use of morphometrics in entomological surveillance of silvatic foci of *Triatoma infestans* in Bolivia. *Acta Tropica* 66:145-153.
66. Dujardin J.P., Tibayrenc M., Venegas E., Maldonado L., Desjeux P. y Ayala F. 1987. Isoenzyme evidence of lack of speciation between wild and domestic *Triatoma infestans* (Heteroptera:Reduviidae) in Bolivia. *J. Med. Entomol.* 24:40-45.
67. Panzera F., Alvarez F., Sánchez-Rufas J., Pérez R., Suja J. A., Scvortzoff E., Dujardin J.P., Estramil E. y Salvatella R. 1992. C-heterochromatin polymorphism in holocentric chromosomes of *Triatoma infestans* (Hemiptera:Reduviidae). *Genome*. 35:1068-1074.
68. Dujardin J.P., Bermudez H., Casini C., Schofield C.J. y Tibayrenc M. 1997. Metric differences between silvatic and domestic *Triatoma infestans* (Hemiptera:Reduviidae) in Bolivia. *J. Med. Entomol.* 34:544-552.

69. Tay J., y de Biagi A.M. 1964. Localidades nuevas de triatomíneos mexicanos y su infección natural por *Trypanosoma cruzi*. *Rev. Fac. Med. México* 6:305-311.
70. Goldsmith R., Kegan L., Zárate R., Reyes-González M. y Cedeño J. 1979. Estudios epidemiológicos de la enfermedad de Chagas en Oaxaca México. *Bol. Sanit. Panam* 87:1-17.
71. Ramsey J., Ordóñez R., Cruz-Celis A., Alvear A.L., Chavez V., López R., Pintor J.R., Gama F. y Carrillo S. 2000. Distribution of domestic Triatominae and stratification of Chagas Disease transmission in Oaxaca, México. *Med. Vet. Entomol.* 14:19-30
72. Guzmán-Marín E. 1990. Los transmisores de la enfermedad de Chagas. *Rev. Biomed.* 1:144-153.
73. Zarate L.G., Zarate R. J., 1985. A checklist of the Triatominae (Hemiptera: Reduviidae) of México. *International Journal of Entomology.* 27: 102-127.
74. Velasco-Castrejón O. 1994. Enfermedad de Chagas. pp:279-292. en: *Valdespino J. L. et al., Eds. Enfermedades tropicales en México, diagnóstico, tratamiento y distribución geográfica.* INDRE. SSA.
75. Alejandro-Aguilar R., Noguera-Torres B., Cortés-Jiménez M., Jurberg J., Galvao C. y Carcavallo R., 1999. *Triatoma bassolsae* sp do México, com uma chave para as espécies do complexo "phyllosoma" (Hemiptera: Reduviidae). *Mem Inst. Oswaldo Cruz;* 94(3): 353-359.

76. Vidal-Acosta V., Ibañez-Bernal S. y Martínez-Campos C. 2000. Infección Natural de chinches Triatominae con *Trypanosoma cruzi* asociadas a la vivienda humana en México. *Salud Pública de México* 42(6): 496–501.
77. Bautista N.L., García de la Torre G.S, de Haro A. y Salazar S.P. 1999. Importance of *Triatoma pallidipennis* (Hemiptera:Reduviidae) as a vector of *Trypanosoma cruzi* (Kinetoplastida:Trypanosomatidae) in the State of Morelos, Mexico, and possible ecotopes. *J. Med. Entomol.* 36(3): 233-235.
78. Ramsey J.M., Alvear A.L., Ordóñez R., Muñoz G., Chávez V., López R., Leyva R. House infestation and risk factors associated with *Triatoma pallidipennis* in Cuernavaca metropolitan area. México. *Med- Vet. Entomol.* (Accepted).
79. Dujardin J.P., Chavez T., Msachane M. y Solis S. 1999. Size shape and genetics. pp 53-62 . Sexual dimorphism and environment in proceedings of the Second International Workshop on Population Genetics and Control of Triatominae, Tegucigalpa, Honduras. INDRE. Mexico City. Ed. Schofield y Ponce C.
80. Dujardin J.P. 1999 Memorias. Curso morfometría tradicional, morfometría geométrica y biología evolutiva. La paz, Bolivia. Septiembre 27 a Octubre7.
81. Jaramillo O., Dujardin J.P., 1998. Análisis morfométrico significado biológico del tamaño y la conformación. Memorias ECLAT IV.
82. Dujardin J.P. 2001. Introducción a la Morfometría con énfasis en Triatominae y Phlebotominae. **Libro electrónico.**

83. Bookstein F.L. 1990. Introduction to Methods for Landmark Data. *In: Proceedings of the Michigan Morphometrics Workshop*. F.J. Rohlf and F.L. Bookstein Eds. *The University of Michigan Museum of Zoology*. Special Publication No. 2 Ann Arbor, Michigan. 216-225pp.
84. Dujardin J.P, Schofield C.J y Tibayrenc M. 1998. Population structure of Andean *Triatoma infestans*: allozyme frequencies and their epidemiological relevance. *Med. Vet. Entomol.* 12:20-29.
85. Guhl F., Schofield C.J., 2002. Proceedings of the fourth international workshop on population genetics and control of Triatominae. Cartagena de Indias, Colombia. Universidad de los Andes, Bogotá. 184pp.
86. Dias J. 1987. Control of Chagas disease in Brazil. *Parasitology Today*.
87. OPS/WHO. 1998. Tratamiento etiológico de la Enfermedad de Chagas. Conclusiones de una Consulta Técnica. Fundación Oswaldo Cruz, Río de Janeiro, Brasil.
88. Casini C.E., Dujardin J.P., Martínez M., Bentos-Pereira A. y Salvatella R. 1995. Morphometric differentiation between two geographic populations of *Triatoma infestans* in Uruguay. *Research and Reviews in Parasitology*. 55(1):25-30.
89. Guillaumin M. 1972. Etude biometrique des populations naturelles de *P. carlivae* Rbr et *P. ciasi* (Lep. Hesperidae). L'estimation du taux de chevauchement des distributions statistiques de deux populations en relation avec la notion de distance taxonomique. *Arch. Zool. Exp. Gén.*
90. Harry M. 1994. Morphometric variability in the Chagas disease vector *Rhodnius prolixus*. *Japanese Journal of Genetics* 69:233-250.

91. Pinto Soares R.P., Barbosa S., Dujardin J.P., Schofield C.J., Moura Siqueira A., Diotaiuti L. 1999. Characterization of *Rhodnius neglectus* from Two Regions of Brazil Using Isoenzymes, Genitalia Morphology and Morphometry. Mem Inst Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro. 94(2): 161-166, Mar/Apr.
92. Marcondes C.B., Lozovei A.L., Galati E.A.B. y Taniguchi H.H. 1998. The usefulness of Bergmanns Rule for the distinction of Members of Lutzomyia Species Complex (Diptera, Psychodidae, Phlebotominae). Mem. Inst. Oswaldo Cruz. Río de Janeiro. (93) 363-364.
93. Lehmann E., *et al.*, en prensa
94. Harris K.D., Ramsey J.M., Ordóñez R., Cordon-Rosales C., Monteiro F.A., Dotson M., Stiles J., Beard C.B. Genetic divergence of *Triatoma pallidipennis* (Hemiptera: Reduviidae) in México Infection, *Disease and Evolution*. (Accepted).  
**<http://Life.Bio.SUNYSB.edu/morph/morph.html> 1999 by F. James Rohlf**

## BIBLIOGRAFIA ALFABÉTICA

75. Alejandro-Aguilar R., Noguera-Torres B., Cortés-Jiménez M., Jurberg J., Galvao C., Carcavallo R., 1999. *Triatoma bassolsae* sp do México, com uma chave para as espécies do complexo "phyllosoma" (Hemiptera:Reduviidae). Mem Inst. Oswaldo Cruz; 94(3): 353-359.
51. ANON. 2002. Enfermedad de Chagas con parasitemia evidente. Revista Argentina de Cardiología. 70 (1). Buenos Aires.
37. Barnabé C., Brisse S. y Tibayrenc M. 2000. Population structure and genetic typing of *Trypanosoma cruzi*, the agent of Chagas disease: a multilocus enzyme electrophoresis approach. Parasitology 120:513-526.
39. Barnabé C. y Brenière. 1999. In Chagas La Enfermedad en Bolivia, Conocimientos Científicos al Inicio del Programa de Control, 1998-2002, Julio R. Alfred Cassab et al. Copyright, Ediciones Gráficas "E. G.", La Paz, Bolivia, 209-215 pp.
20. Barrera-Pérez M.A., Rodríguez-Félix M.E., Guzmán-Marín E. y Zavala-Velázquez J.E. 1992. Prevalencia de la enfermedad de Chagas en el estado de Yucatán. Rev. Biomedicas 3: 133-139 p.p.
77. Bautista N. L, García de la Torre G. S, de Haro A. y Salazar S. P. 1999 Importance of *Triatoma pallidipennis* (Hemiptera:Reduviidae) as a vector of *Trypanosoma cruzi* (Kinetoplastida:Trypanosomatidae) in the State of Morelos México and possible ecotopes. J. Med. Entomol. 36(3):233-235pp.
83. Bookstein F.L. 1990. Introduction to Methods for Landmark Data. In: *Proceedings of the Michigan Morphometrics Workshop*. F.J. Rohlf and F.L.

Bookstein Eds. The University of Michigan Museum of Zoology. Special Publication No. 2 Ann Arbor, Michigan. 216-225 pp.

35. Bosseno M.F, Barnabé C., Magallón-Gastélum E., Lozano-Kasten F., Ramsey J, Espinoza B. y Breniere S.F. 2002. Predominance of *Trypanosoma cruzi* Lineage I in México. *J.Clin Microbiol* 40(2):627-632.
26. Briceño-Lenin R. 1990. La casa enferma. Sociología de la enfermedad de Chagas. Fondo Editorial Acta Científica Venezolana y Consorcio de Ediciones Capriles C.A. Caracas, Venezuela 149 p.p.
40. Brisse S. 1998. *Parasitol Today*. 14: 178-179 p.p.
60. Carcavallo RU, Jurberg J, Lent H, Noireau F y Galvao C. 2000. Phylogeny of Triatominae Hemiptera: Reduviidae proposal for taxonomic arrangements *Entomología y Vectores*. Ed. Gama Filho. 7 (1): 79-81 pp
47. Carcavallo RU, Rabinovich JE y Tonn RJ. 1985. Factores biológicos y ecológicos en la enfermedad de Chagas. en: *Storino R y Milei J. Eds Enfermedad de Chagas*. Mosby-Doyma. Buenos Aires.
45. Carlier Y, Pinto Dias J, Ostermayer A, Hontebeyrie M, Torrico F y Truyens C. 2002. Trypanosomiase américaine ou maladie de Chagas. *Encycl Méd Chir*. Editions scientifiques et Médicales Elsevier SAS, Paris, tous droits reserves *Maladies infectieuses* 8-505-A-20, 21 pp
88. Casini C.E, Dujardin J.P, Martínez M, Bentos-Pereira A y Salvatella R. 1995. Morphometric differentiation between two geographic populations of *Triatoma infestans* in Uruguay. *Res. and Rev. in Parasitology* 55(1):25-30.

18. Cortez J.M, González-Hermosillo J.A, Reyes P.A, Martínez-Ríos M.A, Velazco-Castrejón O y De la Torre R. 1986. Cardiomiopatía chagásica en México. *Archivo Cardiología de México* 56: 499-505.
33. De Souza W. 1984 Cell Biology of *Trypanosoma cruzi*. en: *Storino R y Milei J. Eds. Enfermedad de Chagas*. Mosby-Doyma. Buenos Aires.
61. Del Ponte E. 1930 Catálogo descriptivo de los géneros *Triatoma* Lap., *Rodnius* Stal, y *Eratyrus* Stal. *Rev. Inst. Bat. Dep. Nac. Higiene, Buenos Aires*. 5: 855-937 p.p.
86. Dias J. 1987. Control of Chagas disease in Brazil. *Parasitology Today*.
8. Dias JCP y Schofield CJ. 1999. The evolution of Chagas disease (American trypanosomiasis) control after 90 years since Carlos Chagas discovery. *Mem. Inst. Oswaldo Cruz*. 94: 103-121 p.p.
65. Dujardin JP, Bermudez H y Schofield CJ. 1997. The use of morphometrics in entomological surveillance of silvatic foci of *Triatoma infestans* in Bolivia. *Acta Tropica* 66:145-153 p.p.
68. Dujardin JP, Bermudez H, Casini C, Schofield CJ y Tibayrenc M. 1997. Metric differences between silvatic and domestic *Triatoma infestans* (Hemiptera:Reduviidae) in Bolivia. *J Med Entomol* 34:544-552 p.p
79. Dujardin JP, Chavez T, Msachane M y Solis S. 1999. Size shape and genetics. pp 53-62 . Sexual dimorphism and environment in proceedings of the Second International Workshop on Population Genetics and Control of Triatominae, Tegucigalpa, Honduras. INDRE. Mexico City. Ed. Schofield y Ponce C.

84. Dujardin JP, Schofield CJ y Tibayrenc M. 1998. Population structure of Andean *Triatoma infestans*: allozyme frequencies and their epidemiological relevance. *Medical and Veterinary Entomology* 12:20-29 p.p
64. Dujardin JP, Schofield CJ. y Panzera F. 2000. Les vecteurs de la maladie de Chagas. *Recherches taxonomiques, biologiques et génétiques. Académie Royale des Sciences d'outre Mer. Classe des Sciences Naturelles et Médicales. N.S., 24(5): 162 p.p.*
66. Dujardin JP, Tibayrenc M, Venegas E, Maldonado L, Desjeux P y Ayala F. 1987. Isoenzyme evidence of lack of speciation between wild and domestic *Triatoma infestans* (Heteroptera:Reduviidae) in Bolivia. *J med Entomol.* 24:40-45 p.p
80. Dujardin JP. 1999 *Memorias. Curso morfometría tradicional, morfometría geométrica y biología evolutiva. La paz, Bolivia. Septiembre 27 a Octubre 7.*
82. Dujardin JP. 2001. *Introducción a la Morfometría con énfasis en Triatominae y Phlebotominae. Libro electrónico.*
54. Dumonteil E. 1999. Update on Chagas' disease in México. *Salud Publica Méx.* 41: 322-327 p.p.
34. Espinoza B, Vera-Cruz JM, González H, Ortega E y Hernández R. 1998. Genotype and virulence correlation within Mexican stocks of *Trypanosoma cruzi* isolated from patients. *Acta Tropica* 70:63-72 p.p..

48. Freilij H, Altchek J y Storino R. 1994. Chagas congénito. 267-278 p.p. en: Storino R y Milei J. Eds. *Enfermedad de Chagas*. Mosby-Doyma. Buenos Aires.
56. Gazzinelli RT, Talvani A, Camargo MM, Santiago HC, Oliveira MAP, Vieira LQ, Martins GA, Aliberti JCS, Silva JS. 1998. Induction of cell-mediated immunity during stages of infection with intracellular protozoa. *Brz J Med Biol Res* 31:89-104 p.p.
16. Gilles HM. 1999. Protozoal diseases. Arnold Publishers. Great Britain. 9: 306-375 p.p.
70. Goldsmith R, Kegan L, Zárate R, Reyes-González M y Cedeño J. 1979. Estudios epidemiológicos de la enfermedad de Chagas en Oaxaca México. *Bol Sanit. Panam* 87:1-17 p.p
23. González S., Durante de Isola E. 1994. Agente etiológico: *Trypanosoma cruzi*. 31-32 p.p.. en: Storino R y Milei J. (Eds) *Enfermedad de Chagas*. Mosby-Doyma. Buenos Aires.
3. Guhl F, Pinto N y Aguilera G. 2000. Biología, epidemiología y control de la Tripanosomosis americana y Leishmaniosis. Memorias. Ibagué.
85. Guhl F, Schofield CJ. 2002. Proceedings of the fourth international workshop on population genetics and control of Triatominae. Cartagena de Indias, Colombia. Universidad de los Andes, Bogotá. 184 p.p
89. Guillaumin M. 1972. Etude biometrique des populations naturelles de *P. carlivae* Rbr et *P. ciasi* Rbr ( Lep. Hesperidae). Iestimation du taux de chevauchement des distributions statistiques de deux populations en relation avec la notion de distance taxonomique. *Arch. Zool. Exp. Gén.*

9. Guzmán-Bracho C. 2001. Epidemiology of Chagas disease in Mexico: an update. *TRENDS in Parasitology* 17(8): 372-376 p.p.
11. Guzmán-Bracho C., García-García L., Florián-Verdugo J., Guerrero-Martínez S., Torres-Cosme R., Ramírez-Melgar C., Velasco-Castrejón O. 1998. Riesgo de Transmisión de *Trypanosoma cruzi* por transfusión sanguínea en México. *Rev. Panamericana de Salud Pública México*. 4:(2) 94-99.
72. Guzmán-Marín E. 1990. Los transmisores de la enfermedad de Chagas. *Rev. Biomed I*. 144-153 p.p.
94. Harris K. D., Ramsey J. M., Ordóñez R., Cerdón-Rosales C., Monteiro F. A., Dotson M., Stiles J., Beard C.B. Genetic divergence of *Triatoma pallidipennis* (Hemiptera: Reduviidae) in México *Infection, Disease and Evolution*. (Accepted).
90. Harry M. 1994. Morphometric variability in the Chagas disease vector *Rhodnius prolixus*. *Japanese Journal of Genetics* 69:233-250 p.p
24. Hoare CA. 1972. The trypanosomes of mammals. A zoological monograph. Blackwell Scientific Publications, Oxford, England. 749 p.p.
19. Huante-Magaña R, Piza-Bernal R, Tabarez-Hernández J, Liera-Romero F, Mata-Carbajal E y Matadamas N. 1990. Enfermedad de Chagas en Guerrero. Reporte de dos casos confirmados con xenodiagnósticos. *Salud Pública México*. 32: 320-324 p.p.

81. Jaramillo O, Dujardin JP, 1998. Análisis morfométrico: significado biológico del tamaño y la conformación. Memorias ECLAT IV.
41. Lauria-Pires L y Teixeira ARL. 1996. Virulence and pathogenicity associated with diversity of *Trypanosoma cruzi* stocks and clones derived from Chagas' disease patients. *Am J. Trop. Med. Hyg* 55:304-310 p.p.
93. Lehmann E, *et al.*, en prensa
29. Lent H. y Wygodzinsky P. 1979. Revision of the Triatominae (Hemiptera, Reduviidae) and their significance as vectors of Chagas' disease. *Bulletin of the American Museum of Natural History*. 163: 222-225 p.p.
53. Lopez-Antuñano FJ. 1997. Quimioterapia de las infecciones producidas por *Trypanosoma cruzi*. *Salud Pública de México*. 39: 463-471 p.p.
63. Marcilla A, Barges MD, Ramsey J, Magallon E, Salazar PM, Abad-Franch F, Dujardin JP, Schofield CJ. y Mas-Coma S. 2001. The ITS-2 of the nuclear rDNA as a marker for populations, species and phylogenetic relationships in Triatominae (Hemiptera: Reduviidae), vectors of Chagas Disease. *Molecular Phylogenetics and Evolution*. 18: 136-142 p.p.
92. Marcondes CB, Lozovei AL, Galati EAB y Taniguchi HH. 1998. The usefulness of Bergmanns Rule for the distinction of Members of *Lutzomyia* Species Complex (Diptera, Psychodidae, Phlebotominae). *Mem Inst Oswaldo Cruz*. Río de Janeiro. (93), 363-364 p.p.
13. Mazzotti L. 1940. Dos casos de enfermedad de Chagas en el estado de Oaxca. *Gaceta Médica de México*. 70: 417-420 p.p.

31. Miles MA. 1981. Chagas disease in the Amazon basin III. Ecotopes of the triatomine bug species (Hemiptera:Reduviidae) from the vicinity of Belen. Para State, Brazil. *J. Med Entomol* 18:266-278 p.p.
32. Monteiro FA, Escalante AA y Beard B. 2001. Molecular tools and triatomine systematics: a public health perspective. *Trends in Parasitology* 17(7):344-347 p.p.
22. Monteón-Padilla VM, Vargas-Alarcón G, Vallejo-Allende M y Reyes PA. 2002. Miocardiopatía dilatada específica. La cardiopatía chagásica riñónica en el Instituto Nacional de Cardiología Ignacio Chávez. *Archivo de Cardiología en México*. 72( 1): S148-S152 p.p.
28. Moreno AR y Carcavallo RU. 1999. An ecological approach to Chagas disease epidemiology. Feeding sources and patterns pp:561-600 en *Carcavallo RU, Galindez Girón I, Jurberg J, Lent H. Eds. Atlas of Chagas disease vectors in America*. Vol II, Editora FIOCRUZ, Rio de Janeiro, Brasil.
21. Moreno RM, Sánchez L, Muñoz L, Monteón VM y Reyes PA. 2001. Cardiopatía chagásica en Tehunatepec. Informe Preliminar. *Archivo de Cardiología en México*. 71(1): 43-49 p.p.
87. OPS/WHO. 1998. Tratamiento etiológico de la Enfermedad de Chagas. Conclusiones de una Consulta Técnica. Fundación Oswaldo Cruz, Río de Janeiro, Brasil.
12. Organización Panamericana de la Salud. 1996. Taller internacional sobre genética y el control de la población de Triatomíneos. *Boletín Epidemiológico*. S. S. A. 17 del tamaño y la conformación. *Memorias ECLAT IV*. N° 1. Cap. 29.

67. Panzera F, Alvarez F, Sánchez-Rufas J, Pérez R, Suja JA, Scvortzoff E, Dujardin JP, Estramil E y Salvatella R. 1992. C-heterochromatin polymorphism in holocentric chromosomes of *Triatoma infestans* (Hemiptera:Reduviidae). *Genome*. 35:1068-1074 p.p.
62. Pinto C. 1927. Clasificación de generes d'Hemipteres de la familia riatomidae (Reduviidae). *Bol. Biol. Sao Paulo*, 8 103-114 p.p.
50. Pinto RP y Dias JC. 1999. Recurso e Estratégias da Luta Anti-Chagásica nas Américas. Visao Critica, Situacao Atual e Perspectivas. 13-24 p.p. en : *Proceedings of the Second International Workshop on Population Genetics and Control of Triatominae*. Tegucigalpa, Honduras. INDRE, Mexico City, 131: 5 Ed. Schofield y Ponce C. Eds.
91. Pinto Soares RP, Barbosa S, Dujardin J.P, Schofield CJ, Moura Siqueira A, Diotaiuti L. 1999. Characterization of *Rhodnius neglectus* from Two Regions of Brazil Using Isoenzymes, Genitalia Morphology and Morphometry. *Mem Inst Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro*. 94(2): 161-166 p.p., Mar/Apr.
78. Ramsey J. M., Alvear A.L., Ordóñez R., Muñoz G., Chávez V., López R., Leyva R. House infestation and risk factors associated with *Triatoma pallidipennis* in Cuernavaca metropolitan area. México. *Med- Vet. Entomol.* (Accepted).
71. Ramsey J.M. Ordóñez R, Cruz-Celis A, Alvear AL, Chavez V, López R, Pintor JR, Gama F y Carrillo S. 2000. Distribution of domestic Triatominae and stratification of Chagas Disease transmission in Oaxaca, México. *Med Vet Entomol* 14:19-30 p.p.

46. Regina CB, Figueredo Q, Rosa SD, Murilo JS. 2000. Differentiation of *Trypanosoma cruzi* epimastigotes metacyclogenesis and adhesion to substrate are triggered by nutritional stress. 1213-1218 p.p. en: *J. parasitol.* (86)6 .
43. Revollo S, Ourry B, Laurent JP, Bernabe C, Quesney V y Carriere V. 1998, *Trypanosoma cruzi* Impact of clonal evolution of the parasite on its biological and medical properties. *Exp Parasitol* 89:30-39 p.p.
52. Reyes P. 1984. Enfermedad de Chagas en México. *Arch. Inst. Cardiología Méx.* 54:1-2 p.p.
57. Sadigursky M. 1999. Evolution on the Immunopathology of Chagas disease. *Mem. Inst. Oswaldo Cruz* 94(Suppl I): 277-278 p.p.
10. Salazar-Schettino PM, Ruíz-Hernández AL, Haro-Arteaga I, Tay-Zavala J y Gutiérrez-Quiroz M. 1989. Serología y electrocardiografía en jóvenes de área endémica de enfermedad de Chagas. *Rev. Médica IMSS México.* 27: 59-65 p.p.
27. Salvatella R, Rodríguez MEF, Curto de Casas SI, Barata JMS y Carcavallo RU. 1998. Habitats and related fauna. B: Human environment: dwellings and peridomiliary sites, 601-619 p.p. en Carcavallo RU, Galindez Girón I, Jurberg J, Lent H Eds. *Atlas of Chagas disease vectors in America*. Vol II, Editora FIOCRUZ, Rio de Janeiro, Brasil
6. Schmunis GA. 1999. Iniciativa del Cono Sur. In Proceedings of the Second International Workshop in Population Biology and Control of Triatominae Schofield CJ and Ponce C Eds. 26-31 p.p.. INDRE. México

7. Schmunis GA, Zicker F., Pinheiro F y Branding-Bennett D. 1998. Risk for transfusión-transmitted infectious diseases in Central and South America. *Emerg. Infect. Dis.* 4:5-11 p.p.
30. Schofield CJ. 1988. Biosystematics of the Triatominae in: *Biosystematic of Haematophagous Insects*. Ed M.W. Service Systematics Association Special 37. Claredon Press. Oxford. 284-312 p.p.
44. Schofield CJ. 1994. *Triatominae: Biology and Control*. Eurocommunica Publications. UK. 80 p.
1. Sierra J, Storino R y Rigou D. 1994. Antecedentes históricos. Cap. 29. en: *Storino R y Milei J. Eds. Enfermedad de Chagas*. Mosby-Doyma. Buenos Aires
42. Solari A, Wallace A, Ortíz S, Venegas J y Sánchez G. 1998. Biological characterization of *Trypanosoma cruzi* stocks from chilean insects vectors, *Exp Parasitol* 89:312-322 p.p.
38. Souto RP, Fernandes O, Macedo C, Campbell DA y Zingales B. 1996. DNA markers define two major phylogenetic lineages of *Trypanosoma cruzi*. *Mol Biochem Parasitol* 83:141-152 p.p.
49. Storino R, y Jôrg M. 1994. Vías de Infección y aspectos clínicos en enfermedad de Chagas. 185-208 p.p. en: *Storino R y Milei J. Eds. Enfermedad de Chagas*. Mosby-Doyma. Buenos Aires
55. Tafuri WL. 1999. Immunopathology of Chagas disease-A historical review. *Mem. Inst. Oswaldo Cruz* 94: 247-248 p.p.

69. Tay J y de Biagi AM. 1964. Localidades nuevas de triatominos mexicanos y su infección natural por *Trypanosoma cruzi*. Rev Fac Med. México 6:305-311 p.p.
15. Tay J, Schenone H, Sánchez JT y Robert L. 1992. Estado actual de los conocimientos sobre la enfermedad de Chagas en la República Mexicana. Bol Chil Parasitol 47:43.
2. Tay J. 1980. La enfermedad de Chagas en la República Mexicana. Salud Pública México. 22:409-450 p.p.
58. TDR. 2002. Strategic Direction for Research: Chagas disease. Feb. OMS. Ginebra, Suiza.
36. Tibayrenc M, Ward P, Moya A y Ayala FJ. 1986. Natural populations of *Trypanosoma cruzi*, the agent of Chagas disease, have a complex multiclonal structure. Proc Natl Acad Sci USA 83:115-119 p.p.
14. Usinger R. 1944. The Triatominae of North and Central America and the West Indies and their public health significance. Publ. Health Bull 288:1-83 p.p.
59. Vázquez L y Villalobos A. 1981 Arthropoda. UNAM. México.
17. Velasco-Castrejón O, Valdespino JL, Tapia-Conyer R, Salvatierra B, Guzmán-Bracho C y Magos C. 1992. Seroepidemiología de la enfermedad de Chagas en México. Salud Pública de México 34(2): 186-196 p.p.

74. Velasco-Castrejón O. 1994. Enfermedad de Chagas. 279-292 p.p. En: Valdespino J.L. et al Eds. *Enfermedades tropicales en México, diagnóstico, tratamiento y distribución geográfica*. INDRE. SSA.
76. Vidal-Acosta V, Ibañez-Bernal S y Martínez-Campos C. 2000. Infección Natural de chinches Triatominae con *Trypanosoma cruzi* asociadas a la vivienda humana en México. *Salud Pública de México* 42(6): 496–501p.p.
4. WHO. 1997. Progress 1995-1996: Thirteenth programme report of the Programme for Research and Training in Tropical Diseases UNDP/World Bank World Health Organization. Geneve. WHO *Technical Report Series Special*. 112-123 p.p.
5. World Development Report World Bank. 1993. Investing in Health. New York, USA. Oxford University Press. 329 p.
73. Zarate LG, Zarate RJ, 1985. A checklist of the Triatominae (Hemiptera: Reduviidae) of México. *International Journal of Entomology*. 27: 102-127 p.p.
25. Zeledón T y Rabinovich J. 1981. Chagas´disease: an ecological appraisal with special emphasis on its insect vector. *Ann. Rev. Entomol.* 26:101 p.p.

## **Glosario**

### **A**

**Antígeno** *Biol. y Med.* Sustancia que, introducida en un organismo animal, da lugar a reacciones de defensa, tales como la formación de anticuerpos

**Asimetría direccional** es cuando un lado del cuerpo (siempre el mismo lado) tiene un tamaño promedio mayor o menor que el otro lado.

**Asimetría no direccional** que puede ser de dos tipos: Fluctuante y Antisimetría.

### **C**

**Clípeo** Zona de la cabeza de los insectos situada bajo la frente y sobre el labro

**Conformación** es la geometría que presenta el individuo o la estructura anatómica.

**Crecimiento alométrico** la velocidad de crecimiento de una de las partes del organismo es diferente a la otra por lo que cambia la forma del organismo. Es lo que sucede normalmente en la naturaleza.

**Crecimiento isométrico** la velocidad de crecimiento de una parte del organismo es la misma que la del crecimiento global. No es lo común.

**Caracteres cuantitativos** (Del lat. *quantitas*, *-ātis*). 1. adj. Perteneciente o relativo a la cantidad

**Cardiopatía** *Med.* Enfermedad del corazón

**Circadiano, na.** (Del lat. *circa*, cerca, y *dies*, día). 1. adj. Perteneciente o relativo a un período de aproximadamente 24 horas. Se aplica especialmente a ciertos fenómenos biológicos que ocurren rítmicamente alrededor de la misma hora, como la sucesión de vigilia y sueño.

### **E**

**Esplenomegalia** *Med.* Inflamación del bazo

**Etiología.** (Del gr. *αἰτιολογία*) 1. f. *Fil.* Estudio sobre las causas de las cosas. 2. f. *Med.* Estudio de las causas de las enfermedades

### **H**

**Hemiélitro** Ala anterior de las chinches heterópteras

## M

**Metamorfosis** Es el paso a través de una o más formas corporales inmaduras hasta llegar a la fase de adulto o imago. Principalmente hay dos tipos: metamorfosis completa y metamorfosis incompleta.

**Metamorfosis completa** Insectos, llamados holometábolos, en los que el huevo da lugar a una larva (es una forma activa generalmente vermiforme, denominada en ocasiones oruga), a continuación se transforma en una pupa (fase latente en la que el insecto deja de alimentarse y se suele recubrir de un capullo) y por último emerge un imago o adulto.

**Metamorfosis incompleta** Insectos, llamados heterometábolos, que nacen con una forma similar a la adulta (llamada ninfa) que se parece al imago, aunque sólo tiene parcialmente desarrolladas las alas y el aparato reproductor. La ninfa se transforma en imago mediante un proceso gradual y no existe fase de pupa. Las fases de ninfa están separadas por mudas o ecdisis del exoesqueleto inflexible y cada fase sucesiva se aproxima más a la forma adulta.

**Miocarditis** *Med.* Inflamación del miocardio.

**Morfometría** rama de la biometría que es la ciencia que se encarga de las variaciones biológicas.

**Morbilidad** proporción de personas que enferman en un sitio y tiempo determinado.

## P

**Prevalencia** *Med.* En epidemiología, proporción de personas que sufren una enfermedad con respecto al total de la población en estudio.

## R

**Repleción** (Del lat. *repletio*, *-ōnis*). 1. f. Acción y efecto de repletar o repletarse.

**Reservorio** (Del fr. *réservoir*, ingl. *reservoir*). 1. m. *Biol.* Población de seres vivos que aloja de forma crónica el germen de una enfermedad, la cual puede propagarse como epidemia

## **S**

**Serología** tratado de los sueros

## **V**

**Vector** (Del lat. *vector*, -ōris, que conduce). **1.** m. Agente que transporta algo de un lugar a otro. .  
*Med.* Ser vivo que puede transmitir o propagar una enfermedad

**Virulento, ta** (Del lat. *virulentus*). **1.** adj. Ponzoso, maligno, ocasionado por un virus, o que participa de la naturaleza de este

## **X**

**Xerodiagnóstico**

## **Z**

**Zoonosis** (De zoo-, el gr. *νόσος*, enfermedad, y -sis). **1.** f. *Med.* Enfermedad o infección que se da en los animales y que es transmisible al hombre en condiciones naturales.