

UNIVERSIDAD DE SONORA
DIVISIÓN DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y DE LA SALUD
PROGRAMA DE MAESTRÍA EN CIENCIAS DE LA SALUD

**Comparación del Perfil de Hidrocarburos Cuticulares de Tres
Poblaciones de *Triatoma rubida*: doméstica, peridoméstica y silvestre.
Insecto Transmisor de la Enfermedad de Chagas en Sonora**

Tesis de Maestría Para Obtener el Grado de:

MAESTRÍA EN CIENCIAS DE LA SALUD

PRESENTA

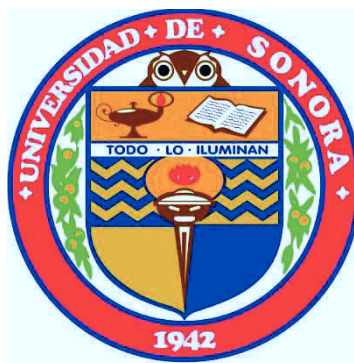
Edgar A. Paredes González

Hermosillo, Sonora

Febrero 2008

Universidad de Sonora

Repositorio Institucional UNISON



**"El saber de mis hijos
hará mi grandeza"**



Excepto si se señala otra cosa, la licencia del ítem se describe como openAccess

ÍNDICE

	Página
LISTA DE TABLAS	iii
LISTA DE FIGURAS	iv
OBJETIVOS	v
RESUMEN.....	vi
INTRODUCCIÓN.....	1
ANTECEDENTES BIBLIOGRÁFICOS.....	4
Importancia Epidemiológica de los Triatominos.....	4
America Latina.....	5
México.....	5
Sonora.....	7
Importancia Médica de la Enfermedad de Chagas.....	8
Aspectos Clínicos.....	9
Ciclo de Transmisión de <i>Trypanosoma cruzi</i>	10
Descripción de los Triatominos.....	15
Taxonomía.....	16
Morfología.....	18
Adaptación.....	20
Distribución Geográfica.....	21
Especies y Distribución Geográfica de Triatominos en Sonora.....	22
<i>Triatoma rubida</i>	25
Proceso de Domesticación de <i>Triatoma rubida</i>	30
Cutícula de los Insectos.....	32
Hidrocarburos Cuticulares de Insectos.....	33
Importancia en Quimiotaxonomía.....	35
Métodos de Identificación y Cuantificación de Hidrocarburos.....	36
Cromatografía en Columna.....	36

Generalidades Sobre Cromatografía de Gases-Espectrometría de masa (CG-MS).....	36
Cromatografía de Gases.....	38
Cromatografía de Gases Cuantitativa.....	39
Espectrometría de Masa.....	40
Índice de Kovats.....	41
 MATERIALES Y MÉTODOS.....	 43
Lugar de Estudio.....	43
Muestreo y Captura de los Triatominos	43
Análisis de los Hidrocarburos.....	46
Extracción de los Hidrocarburos.....	46
Aislamiento de los Hidrocarburos.....	46
Estandarización del Cromatógrafo de Gases.....	47
Obtención de los Perfiles Cromatograficos de cada Población....	48
Identificación de los Hidrocarburos por (CG-MS).....	48
Análisis Estadístico.....	49
 RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	 50
Colecta de Insectos.....	50
Análisis de los Hidrocarburos.....	55
Obtención de los Tiempos de Retención.....	55
Identificación del Perfil de Hidrocarburos Cuticulares de <i>Triatoma rubida</i>	55
Identificación de los Hidrocarburos Lineales.....	55
Cuantificación en Por Ciento de Área de los hidrocarburos Analizados.....	59
Comparación de las Tres Poblaciones de <i>Triatoma rubida</i>	63
Población Doméstica.....	67
Población Peridoméstica.....	68
Población Silvestre.....	69
 CONCLUSIONES.....	 71

RECOMENDACIONES.....	73
Técnicas.....	73
Políticas de Salud.....	74
Metodológicas.....	74
BIBLIOGRAFÍA.....	76
APÉNDICES.....	84
A) Cromatograma de Iones Totales (CIT) Típico de <i>Triatoma rubida</i> y Espectros de Masas de Hidrocarburos Lineales Confirmados	84
B) Por Ciento Relativo de Hidrocarburos Lineales y Ramificados Para la Población Peridoméstica y Población Silvestre.....	88
C) Cromatogramas Propuestos Para Cada una de las Poblaciones de <i>Triatoma rubida</i>	90
D) Datos Sobre Análisis de Varianza Entre los Grupos.....	93

LISTA DE TABLAS

Tabla	Página
I.- Distribución geográfica de subespecies de <i>Triatoma rubida</i> modificado de Pfeiler y col. 2006.....	26
II.- Población y número de especímenes de <i>Triatoma rubida</i> en diferentes estadios colectados en Guaymas, Sonora.....	51
III.- Sitios de reposo de <i>Triatoma rubida</i> doméstica, peridoméstica y silvestre en Guaymas Sonora México.....	54
IV.-Tiempo de retención de los estándares de hidrocarburos inyectados Individualmente.....	56
V.- Hidrocarburos ramificados cualitativamente identificados, según la propuesta Katritzky <i>et al.</i> 2000	58
VI.- Por ciento relativo de Hidrocarburos Mayoritarios de <i>Triatoma rubida</i> Doméstica	60
VII.- Por ciento relativo de Hidrocarburos Cuticulares en cada una de las tres poblaciones de <i>Triatoma rubida</i> y el hidrocarburo mayoritario	61
VIII.-Variación cuantitativa de hidrocarburos mayoritarios población hembra doméstica vs macho peridoméstico y macho silvestre	64
IX.-Variación cuantitativa de hidrocarburos mayoritarios población de Machos Domésticos, Peridomésticos y Silvestres	64
X.-Variación cuantitativa de hidrocarburos mayoritarios población hembra doméstica vs macho peridoméstico y macho silvestre	65
XI.-Variación cuantitativa de hidrocarburos mayoritarios población hembra peridoméstica vs macho doméstico y macho silvestre.....	65
XII.-Variación cuantitativa de hidrocarburos mayoritarios población hembra silvestre vs macho doméstico y macho peridoméstico... ..	66

LISTA DE FIGURAS

Figura	Página
1.- Hábitat silvestre de <i>Triatoma rubida</i> en Sonora. Datos no publicados...	12
2.- Hábitat doméstico de <i>Triatoma rubida</i> en Sonora. Datos no publicados.....	13
3.- Hábitat peridoméstico de <i>Triatoma rubida</i> en Sonora. Datos no Publicados.....	14
4.- Características Morfológicas de un Triatomino Modificado de Lent & Wygodzinsky 1979.....	19
5.- Distribución de triatominos en Sonora, México. Datos no publicados.....	23
6.- Características morfológicas de <i>Triatoma rubida</i>	28
7.- Características morfológicas de los diferentes estadios de <i>Triatoma rubida</i> , en su ciclo vital. Datos no publicados.....	29
8.- Mapa del puerto de Guaymas, Sonora, mostrando la ubicación de los sitios de muestreo. Doméstico, peridoméstico y silvestre.....	44
9.- Selección de 14 picos de hidrocarburos, mayoritarios en <i>Triatoma rubida</i>	57
10.- Variación Cuantitativa de hidrocarburos cuticulares de <i>T. rubida</i> considerando el sexo.	62
11.- Cromatograma Típico de Hembra y Macho doméstico de <i>Triatoma rubida</i>	90
12.- Cromatograma Típico de Hembra y Macho peridoméstico de <i>Triatoma rubida</i>	91
13.- Cromatograma Típico de Hembra y Macho silvestre de <i>Triatoma rubida</i>	92

Para llevar a cabo la presente investigación, se plantearon los siguientes objetivos

Objetivo General

Determinar si existe variación cuantitativa en la concentración de hidrocarburos cuticulares de tres poblaciones de *Triatoma rubida* doméstica, *Triatoma rubida* peridoméstica y *Triatoma rubida* silvestre, transmisores de la Enfermedad de Chagas en Guaymas, México.

Objetivos específicos

1. Capturar y mantener bajo condiciones del laboratorio ejemplares de diferentes estadios de *Triatoma rubida* doméstica, peridoméstica y silvestre de Guaymas Sonora, México.
2. Identificar y cuantificar, en por ciento de área, el perfil de hidrocarburos cuticulares de las tres poblaciones de insectos adultos, usando Cromatografía de gases-espectrometría de masa (CG-EM)

RESUMEN

En esta investigación, se comparó el perfil de hidrocarburos cuticulares (HC) de tres poblaciones de *Triatoma rubida*: Doméstica, Peridoméstica y Silvestre colectadas en tres colonias: El Rastro, Cerro Gandereño y Yucatán de Guaymas Sonora, México. En total se colectaron 50 especímenes domésticos, 50 silvestres y 120 peridomésticos. De los 220 insectos, el 1.4% correspondió a ninfas de segundo estadio, el 11.4% a ninfas de tercer estadio, el 17.3% a ninfas de cuarto instar y el 53.6% a ninfas de quinto instar. Además se colectó un 6.8% de hembras y un 9.5% de machos.

La Cromatografía de Gases mostró un perfil de hidrocarburos cualitativamente parecido para las tres poblaciones, siendo de n-alcános con series continuas de 25C, 27C, 29C, 31C, 33C, 35C. Así mismo, los índices de kovats (IK) IK3552, IK3600, IK774, IK3775, IK3800, IK3941, IK3960 y IK983, correspondiendo probablemente a isómeros ramificados de alcános. Mediante espectrometría de masas se identificaron 5 hidrocarburos lineales en *rubida*, que correspondieron a los cinco primeros picos del cromatograma, ellos fueron: pentacosano, heptacosano, nonacosano, hentriacontano y tritriacontano.

Al analizar la variación de la abundancia relativa de hidrocarburos entre las poblaciones de *rubida*, mediante un análisis de varianza, se identificaron diferencias del hidrocarburo 27C entre las tres poblaciones de hembras ($p=0.00001$). También se encontraron diferencias significativas entre machos domésticos y machos peridomésticos para el hidrocarburo 27C ($p= 0.01$) y el 29C ($p= 0.03$), mientras que al comparar los machos domésticos con los silvestres, se tuvieron diferencias significativas en el hidrocarburo 33C $p= (0.002)$.

Igualmente, se observaron diferencias significativas en la población de hembras domésticas comparadas con la de machos peridomésticos y silvestres en los hidrocarburos 29C ($p= 0.01$), 31C ($p= 0.03$) y 33 ($p= 0.001$). En tanto que la población de hembras peridomésticas, al compararse con los machos domésticos y machos silvestres, tuvieron diferencias significativas en el hidrocarburo 27C ($p= 0.007$) el 29C ($p= 0.01$) y el 33C ($p= 0.0009$). Finalmente, en la comparación de poblaciones de hembras silvestres vs. machos domésticos y machos peridomésticos, se observaron diferencias significativas para el hidrocarburo 27C ($p= 0.0001$) y en el 29C ($p= 0.002$).

Estos resultados nos permiten considerar que este estudio puede tener alto valor epidemiológico, ya que se demuestra que la aplicación del método propuesto puede diferenciar las tres poblaciones *rubida* por sus cantidades relativas de hidrocarburos. Si sabemos que *T. rubida* participa en la transmisión vectorial de *Trypanosoma cruzi*, y se encuentra tanto en el ecotopo doméstico y peridoméstico se pueden tomar medidas para erradicarlo y/o controlarlo de la vivienda humana.

INTRODUCCIÓN

La Enfermedad de Chagas es provocada en el hombre por el parásito *Trypanosoma cruzi* (*T. cruzi*) y es una causa importante de mortalidad en las Américas; se estima que de 16 a 18 millones de personas han sido afectadas por la enfermedad (WHO, 2002). En México, se considera que 70 millones de personas viven en riesgo constante para la transmisión vectorial y otros 20 millones de individuos están en riesgo por su presencia ocasional en zonas infestadas.

Las poblaciones en riesgo por transmisión vectorial en nuestro país, están ubicadas por debajo de los 2000 metros sobre el nivel del mar (msnm), sin embargo, es necesario precisar que algunas especies de triatominos, tales como el complejo protracta en el Norte del país y *Dipetalogaster maximus* en Baja California Sur, pueden tener distribuciones limitadas dentro de estos estados, aunque faltan datos precisos sobre su importancia en la transmisión vectorial de la enfermedad a nivel poblacional (Ramsey, 2003).

En el estado de Sonora se ha demostrado seroprevalencia de anticuerpos anti-*T. cruzi*, así como casos humanos aislados de la enfermedad (Chagmex, 2005) y se tienen informes de la presencia de vectores infectados con *T. cruzi* tanto en hábitat silvestre como en el doméstico y peridoméstico (Paredes, 2001). *Triatoma rubida*, es el transmisor más frecuentemente capturado en el estado, posee un ciclo de vida corto y es un importante potencial vectorial de *T. cruzi*. Además, se tienen avances en el conocimiento de su biología bajo condiciones de laboratorio (Martínez-Ibarra y col., 2005).

De acuerdo al Tropical Disease Research (TDR) y a la Organización Mundial de la Salud (OMS) se recomienda realizar estudios sobre la

movilidad de las poblaciones silvestres y domésticas en las zonas endémicas de especies que potencialmente pueden adaptarse a las viviendas humanas (TDR/SWG/VEC, 2002).

Conocer los vectores de Tripanosomiasis americana es fundamental para lograr un control de la misma, ya que todas las especies de triatominos se consideran potencialmente vectores de la enfermedad de Chagas. Sin embargo, los factores de comportamiento y grado de adaptación al medio pueden determinar su capacidad vectorial. De acuerdo a ello para diseñar, ejecutar y evaluar medidas de control dirigidas a los triatominos, es necesario conocer con precisión la prevalencia de especie(s) presente(s) y su distribución geográfica (Cortés y Suárez, 2005)

El proceso de adaptación de los triatominos silvestres al hábitat peridoméstico y doméstico se ha tratado de entender considerando variables ambientales y biológicas. Los estudios hechos al momento consideran marcadores genéticos y fenotípicos como tamaño, patrón de color, sencilla en las antenas, enzimas de vuelo, cambios del genoma, glándulas salivales e hidrocarburos cuticulares.

En base a estudios que se han realizado particularmente sobre nueve especies de triatominos de los géneros *Triatoma*, *Pastrongylus* y *Rhodnius*, se ha visto que tales hidrocarburos cuticulares son alcanos de 27 a 33 átomos de carbono, y cadenas de alcanos ramificados con uno o tres grupos metilos insertados a lo largo de un esqueleto carbonado de 29 a 41 átomos de carbono.

Los componentes lineales son nC27, nC29, nC31 y nC33, en la fracción ramificada predominan isómeros de dimetil-C37, trimetil-C37, trimetil-C35 y trimetil-C39 reportado por Juárez et al. (1999). Su síntesis se origina en la hipodermis, dentro de las células llamadas oenocitos, dispuestos debajo de la células epidérmicas y distribuidos en la toda la economía del insecto pero con mayor producción en el área torácica, por debajo de los hemélitros. Juárez y Brenner, 1984, consideran que se puede

utilizar la composición de los HC de triatominos como criterio taxonómico para separar poblaciones y especímenes individuales, con base en la comparación gráfica de sus correspondientes perfiles (huellas dactilares), o mediante el cálculo cuantitativo de indicadores numéricos como la determinación de los HC.

De igual forma, el entender cómo los HC de los insectos, junto con otros lípidos de superficie participan en la absorción de químicos, es fundamental para que en un futuro se apliquen oportunas y adecuadas medidas de control vectorial (Juárez y Blomquist, 1993).

En esta investigación se analiza y compara el perfil de hidrocarburos cuticulares de una población doméstica, peridoméstica y una población silvestre de *Triatoma rubida*, insecto transmisor de la enfermedad de Chagas en el Estado de Sonora. La propuesta pretende definir si los perfiles de hidrocarburos de los ejemplares de *T. rubida* doméstica, peridoméstica y *T. rubida* silvestre, son diferentes entre cada una de las poblaciones. Si así fuera, entonces se podrá diferenciar a las tres poblaciones de insectos por su perfil de HC. Si sabemos que *T. rubida* participa en la transmisión vectorial de *Trypanosoma cruzi*, entonces la utilidad potencial del estudio es de alto valor epidemiológico, porque se pueden tomar medidas para erradicarlo y/o controlarlo de la vivienda humana.

ANTECEDENTES BIBLIOGRÁFICOS

Importancia Epidemiológica de los Triatominos

Los insectos triatominos comúnmente llamados chinches, son transmisores naturales de *Trypanosoma cruzi*, agente etiológico de la enfermedad de Chagas, que es una parasitosis zoonótica. Exclusiva de las Américas, donde se han informado casos desde el Sur de los Estados Unidos hasta la Patagonia Argentina. Sin embargo, existen cuando menos siete especies conocidas de triatominos en el viejo mundo: *triatoma amicittiae* (Sri Lanka), *triatoma bouvieri* (Vietnam), *triatoma cavernicola* (Malasia), *triatoma leopoldi* (Australia), *triatoma migrans* (India), *triatoma pugasi* (Indonesia), y *triatoma sinica* (China) (Carcavallo 1999, Paterson 2001).

Estos triatominos son muy raros, algunos conocidos solo por especímenes holotipos colectados de áreas en las cuales hoy en día difícilmente se podrían capturar. Además, ninguna de ellas alberga al parásito *Trypanosoma cruzi*, por lo que carecen de importancia epidemiológica

Sin embargo estas especies son útiles para estudios evolutivos de los triatominos, por lo que actualmente se comparan por métodos morfométricos especies de los dos continentes, para explicar su origen monofilético o polifético (Paterson 2001).

Un ejemplo de esto, son estudios recientes sobre *Triatoma rubrofasciata*, especie cosmopolita que comparte una ascendencia común con especies de Norte America, particularmente con *Triatoma rubida*. Se

especula que rubrofasciata deriva de formas de *Triatoma rubida* , y se ha adaptado a vivir con huéspedes de roedores como *Rattus rattus*, roedor probablemente original de la India peninsular con el cual ha permanecido asociado en el curso de su dispersión en el Viejo Mundo (Paterson 2001).

América Latina

En el continente Americano, son varias las especies de triatomos, capaces de transmitir la infección de Chagas, a través de sus deyecciones Y se entiende que todas ellas son vectores potenciales de *Trypanosoma cruzi*, sin embargo en cada región se tiene conocimiento de insectos particularmente importantes epidemiológicamente. Esto debido a los asentamientos humanos, que han propiciado cambios drásticos de la naturaleza, especialmente a la intensa deforestación. Y como reacción a esos cambios, la población de triatomos debido a la escasez de fuentes de sangre y refugios naturales, han colonizado la vivienda de los seres humanos (OMS 1991).

En América del Norte, en el área restringida al Suroeste de los Estados Unidos y Noroeste de México, se tienen especies de Triatomos como *Triatoma sanguisuga*, *Triatoma gestaekeri*, *Dipetalogaster Maximus* *Triatoma protracta*, *T. rubida*. De las cuales algunas de ellas, se han asociado a casos clínicos autóctonos de la enfermedad de Chagas (Ramsey 2003).

En América del Sur, se estudian a *Triatoma infestans*, *Triatoma brasiliensis*, *Triatoma dimidiata*, *Pastrongylus magistus* y *Rhodnius prolixus*, y en America Central y Panamá *Rhodnius páyesens* por jugar un papel importante en la transmisión.

México

En México se tiene una gran población de estos artrópodos, y su importancia ha sido señalada por investigadores como Lent y Wygodzink,

1979. Tay y col., 1980. Zarate y Zarate, 1985. Salazar-Schetino y col., 1988 y Schofield, 1994. Quienes divergen en el número de especies de triatominos que tenemos en el país, algunos consideran 20 especies, otros plantean que hay 35 especies sin contar las subespecies propuestas.

No obstante las discrepancias señaladas, todos están de acuerdo que en México se tienen siete géneros: *Triatoma*, *Belmius*, *Dipetalogaster*, *Eratyus*, *Paratriatoma*, *Pastrongylus* y *Rhodniu*, y que es necesario tener un registro nacional confiable de las especies de cada uno de estos géneros, pues la dinámica de transmisión de *T. cruzi* es compleja debido a la diversidad de vectores, si consideramos que cada uno de ellos tiene características biológicas y genéticas propias que influyen en su comportamiento (Rodríguez, 2002).

Los antecedentes más antiguos que se tienen en nuestro país sobre la presencia de los triatominos datan de 1523, donde Antonio de Herrera se refirió a la expedición de Francisco Garay y señaló que el ejército expedicionario fue víctima de los “pitos” que pican y dejan señal como chinches y dan calentura (Zeledón, 1983).

Sin embargo, no es sino centurias más adelante que Burmeister en 1835 hace referencia a *Triatoma phyllosoma* en el estado de Oaxaca. En 1848 *Triatoma mexicana* fue registrada por Herrich-Schaeffer para los estados de Hidalgo y Querétaro. En 1894 Ulher hizo referencia a *Dipetalogaster maximus*, *Triatoma protracta* y *Triatoma rubida* (Carcavallo y col., 1999).

Para 1912 Neiva estudió y clasificó a *Triatoma indictiva*. Un cuarto de siglo más tarde, Barber en 1938 encontró, estudió y dio nombre a *Paratriatoma hirsuta* y un año después Usinger hizo lo mismo con *T. barberi*, *T. incrassata*, *T. longipennis*, *T. nitida* y *T. picturata*. En 1936, Mazzottii

publicó los primeros hallazgos sobre triatomos naturalmente infectados con el parásito en el estado de Oaxaca (Haro y col., 1999).

En la Republica Mexicana, todas las especies de Triatomas son considerados vectores potenciales de *Tripanosoma cruzi*, pero los transmisores más importantes son aquellos que se han adaptado a vivir dentro de las viviendas humanas y presentan un intervalo corto entre la alimentación y defecación. De acuerdo a estudios sobre su capacidad vectorial, su distribución se describe en muchos estados del centro y sur del país (Guzmán Bracho, 2001).

Se estima que una población total de 71,120,043 personas está en riesgo constante para la transmisión vectorial de la Enfermedad de Chagas y otros 20,328,746 individuos están en riesgo por su residencia ocasional en zonas infestadas. Aproximadamente 39.2% de la población total tiene residencia en comunidades rurales. Asimismo, 17.2% de la población total en riesgo vive en comunidades suburbanas, un estrato con alta tasa de incremento en las últimas décadas en México (Guzmán Bracho, 2001).

Sonora

En nuestro Estado, es conveniente señalar que el estudio de estos insectos, se ha dirigido a colectas esporádicas, y a escasos estudios de parasitosis natural. De tal manera que la literatura refiere registros muy antiguos como los de Ryckman en 1962 de infección natural para todas las especies a excepción del género *Paratriatoma*, que nunca ha sido encontrado con *T. cruzi*, aunque si se ha logrado parasitar en infección inducida por el laboratorio.

Actualmente sin embargo, se tienen informes de la presencia de vectores infectados con *T. cruzi* tanto en hábitat silvestre como en el doméstico y peridoméstico (Paredes, 2001). *Triatoma rubida*, es el transmisor más frecuentemente capturado en el Estado, posee un ciclo de

vida corto y es un importante potencial vectorial de *T. cruzi*. Además, se tienen avances en el conocimiento de su biología bajo condiciones de laboratorio (Martínez-Ibarra y col., 2005).

Importancia Médica de la Enfermedad de Chagas

La enfermedad de Chagas es una enfermedad poco entendida, y se desconoce con precisión la prevalencia del padecimiento, entre otras cosas, debido a que la mayoría de los datos disponibles proceden de encuestas seroepidemiológicas realizadas en núcleos limitados de la población. En México esto se ha llevado a cabo esencialmente mediante el empleo de antígenos de diversa naturaleza, así como del uso de varias técnicas y procedimientos en el diagnóstico, lo que ha ocasionado dificultades en la comparación y evaluación no solo de las técnicas, sino de resultados mismos; aun así, estos hallazgos pueden proporcionar una idea de la situación de esta enfermedad en México (Segura L. Elsa 2003).

Tales estudios han señalado una distribución heterogénea de la prevalencia de la infección, por ejemplo, Dumonteil refiere una seroprevalencia entre el 5 y 20% en el área rural y calcula una frecuencia de 20% en áreas rurales endémicas en las que se han reportado casos crónicos y serologías con títulos elevados; la transmisión en estas áreas es de manera natural o vectorial, esto es conocido como Chagas rural, siendo este mecanismo el más frecuente en México.

La transmisión transfusional con sangre o sus componentes (Chagas urbano) es el segundo mecanismo en importancia; se calcula que el riesgo de adquirir la infección por esta vía oscila entre el 20 y 25%, situación debida probablemente a la creciente migración poblacional del área rural a la urbana (Vidal y col., 2000).

En México, se estima que existen 1.3 millones de individuos infectados, que además 100 millones están expuestos al riesgo de adquirir la

infección en todo el Continente Americano y dos a tres millones con infección crónica, la que puede causar hasta 45,000 muertes al año (Dumonteil, 1999). Los casos notificados en el país corresponden a los estados de Oaxaca, Chiapas, Jalisco, Michoacán, Guerrero, Zacatecas, Yucatán, Veracruz, Estado de México, Sonora y San Luís Potosí. Por lo general se piensa que la enfermedad de Chagas es poco común en México, debido a los pocos casos que se han documentado parasitológicamente; aunque es probable que al igual que otras enfermedades, exista un subregistro por falta de diagnóstico adecuado (Ramsey y col., 2003).

Aspectos Clínicos de la Enfermedad de Chagas

La Enfermedad de Chagas es una parasitosis producida por el protozoario *Trypanosoma cruzi*, transmitido al huésped humano cuando la chinche se alimenta y excreta sus heces infectadas sobre la piel, lo que permite que el protozoario penetre a través de heridas o mucosas. Se caracteriza por una fase aguda y una crónica.

La *fase aguda* inicia las primeras semanas o meses de la infección y generalmente pasa desapercibida porque no muestra síntomas o son muy leves y no exclusivos de la enfermedad de Chagas. Se acompaña de una reacción inflamatoria local que puede dar lugar a lo que se conoce como *chagoma*, un pequeño nódulo rojizo y que se puede acompañar de crecimiento ganglionar vecino. Los *síntomas* que nota el paciente pueden incluir fiebre, fatiga, dolor en cuerpo, dolor de cabeza, exantema, pérdida de apetito, diarrea y vómito. En algunos casos, los Tripanosomas penetran a través de la conjuntiva provocando edema conjuntival y palpebral que se conoce como *signo de Romaña* (Rodríguez Domínguez, 2002., Vidal y col., 2000).

La *fase crónica* sintomática se observa más en adultos y es el resultado de las alteraciones a nivel de los nervios centrales y periféricos,

que puede durar muchos años e incluso décadas. En algunas ocasiones sobrevienen complicaciones cardíacas, las cuales pueden incluir agrandamiento del corazón (Miocardiopatía), insuficiencia cardíaca, alteraciones del ritmo o frecuencia cardíaca y paro cardíaco que puede provocar muerte súbita. También puede haber complicaciones intestinales, como agrandamiento del esófago (Megaesófago) o de colon (Megacolon) (Rodríguez Domínguez, 2002; CDC 2007).

Ciclo de Transmisión de *Trypanosoma cruzi*

En casi todos los países donde *Trypanosoma cruzi* es endémico, se han registrado ciclos de transmisión que involucran a una amplia gama de huéspedes. En la actualidad, se ha registrado la infección en más de 150 especies de 24 familias de mamíferos silvestres y domiciliarios o peridomiciliarios. El perro y en ciertas regiones la zarigüeya y roedores, son probablemente los huéspedes reservorios mas importantes dentro del ciclo peridomiciliario, destacándose en el ciclo selvático la zarigüeya del género *Didelphis* (OMS 1991).

La principal vía de transmisión de *Trypanosoma* entre sus hospederos es la vectorial en la cual se pueden distinguir tres ciclos: el ciclo silvestre, el ciclo doméstico y el ciclo peridomiciliario.

En el ciclo silvestre, de naturaleza eminentemente zoonótica, el protozooario circula entre vectores y reservorios silvestres. Los ecótopos primitivos en los que se encuentra son muy diversos e incluyen los desiertos Norteamericanos, altiplanos andinos, florestas amazónicas y atlántica. La tripanosomiasis silvestre prefiere ambientes ecológicamente cerrados o semiabiertos, variando en las proporciones de hospederos y vectores dependiendo de una serie de factores como clima, altitud, humedad, características fauno-florísticas y disponibilidad de alimento (Villegas–García y col., 2004, Rodríguez y col. 2004) (Figura 1).

Por otra parte, el ciclo doméstico corresponde a una situación mucho más reciente en el contexto histórico, definido por factores antropogénicos y haciendo del hombre uno de los últimos reservorios naturales de *T. cruzi*. La expansión de la enfermedad de Chagas es producto de una ocupación errática y anárquica de América Latina basada en tres elementos principales:

- 1) Profundas acciones sobre el medio ambiente natural como quema y tala de grandes extensiones, promoviendo la apertura de espacios naturales y atrayendo los reservorios vectores del parásito a ecosistemas artificiales.
- 2) La existencia de ranchos y de viviendas de mala calidad que son un excelente abrigo a los vectores (Figura 2).
- 3) La migración de los campesinos, transportadores de la infección, hacia las grandes ciudades y
- 4) La existencia de vectores con una alta capacidad de domiciliación.

Finalmente en el ciclo peridoméstico intervienen mamíferos (Roedores domésticos, marsupiales, gatos y perros) que libremente entran y salen de las residencias y los triatomas silvestres que son atraídos por la luz de las casas y por el alimento (Rodríguez y col. 2004) (Figura 3).

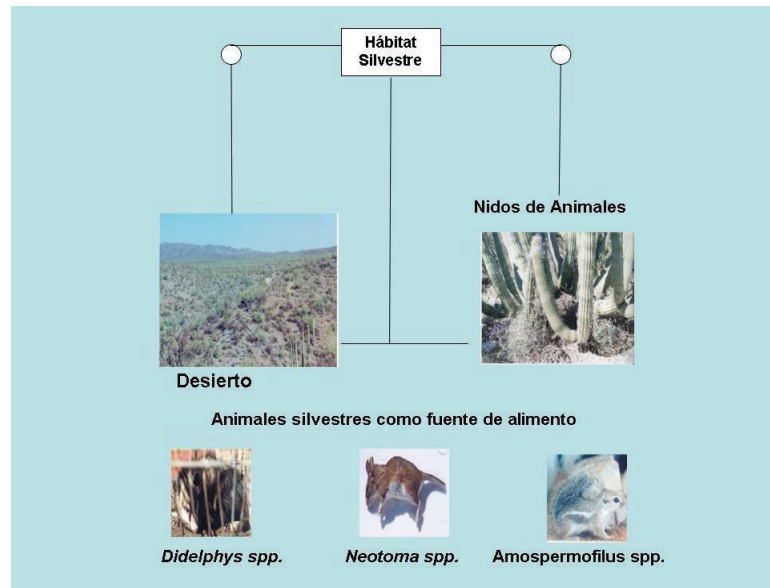


Figura 1. Hábitat silvestre de *Triatoma rubida* en Sonora. Datos no Publicados.

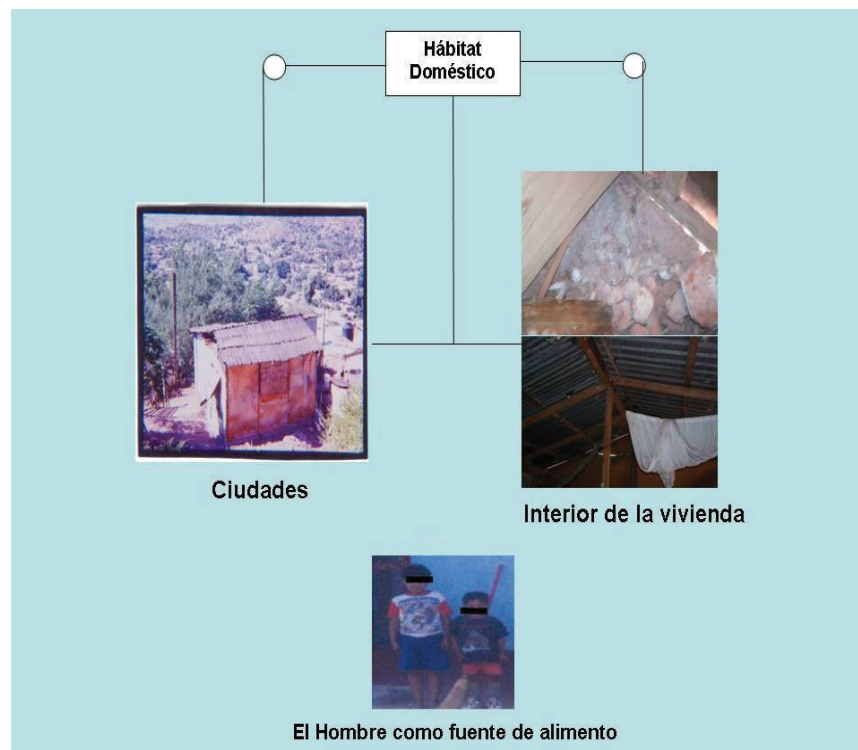


Figura 2. Hábitat doméstico de *Triatoma rubida* en Sonora. Datos no Publicados.

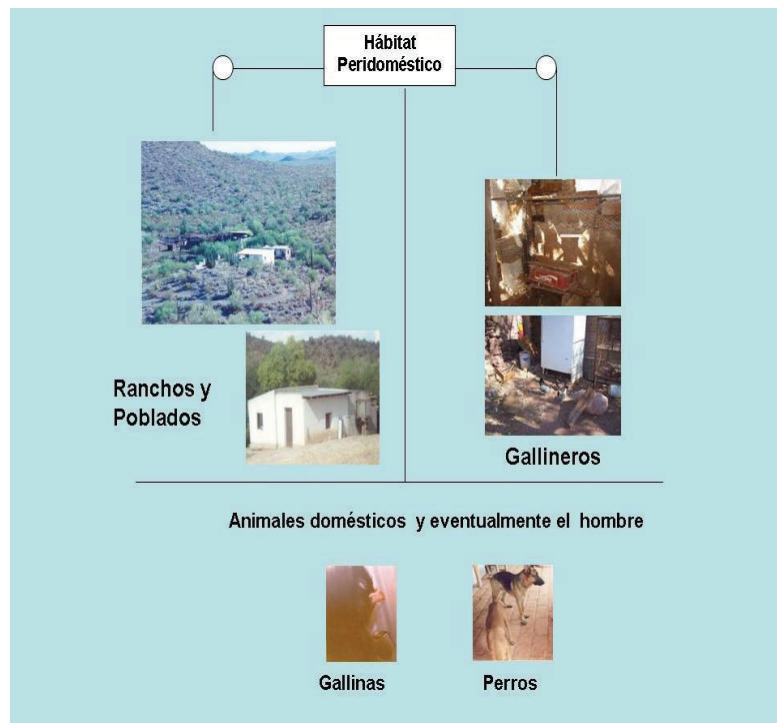


Figura 3. Hábitat peridoméstico de *Triatoma rubida* en Sonora. Datos no Publicados.

Descripción de los Triatominos

El origen evolutivo de los triatominos, se desprende de los hemípteros reduvidos depredadores de insectos y otros invertebrados, que ocupan una gran diversidad de hábitats terrestres, disponiendo de una gran variedad de estrategias que les permiten desarrollar su papel dentro del ecosistema. La subfamilia Triatominae se halla integrada por alrededor de 135 especies agrupadas en 6 tribus y 17 géneros. A pesar de su gran diversidad de formas y tamaños, se pueden distinguir por la combinación de detalles morfológicos como un cuello, antenas de cuatro segmentos de inserción lateral, probóscide de tres segmentos y la presencia del surco estridulatorio sobre *postenum* (Carcavallo y col, 1999, Pérez Rubén y col. 2003)

Los triatominos se han definido biológicamente sobre la base de su hematofagia obligada. Sus similitudes en morfología, comportamiento y estrategias de reproducción reflejan la naturaleza de sus ancestros depredadores en función a los cambios adaptativos para alimentarse de una diversidad de especies. La forma de la probóscide es recta y delgada, apropiada para perforar el integumento más blando de los vertebrados, cuando no está en actividad se dobla bajo la cabeza, colocándose entre el primer par de patas. Por el contrario en la familia de Reduviidae predadora, la probóscide es fuerte, rígida y a menudo curvada, adaptada para perforar el duro integumento de otros artrópodos.

El tamaño de estos insectos es variable, desde unos cuantos milímetros hasta centímetros, por lo que requieren cuando menos 30 minutos para alimentarse, no obstante, al contrario de los dípteros hematófagos, estos insectos tienen un vuelo, generalmente, torpe y lento

cuando son interrumpidos defensivamente por el huésped (Guhl y col. , 2000).

Taxonomía

Los triatominos, son insectos del orden Hemiptera, de la familia Reduviidae y de la subfamilia Triatominae. Lent y Wygodzinsky (1979) dividieron a *Triatoma* en grupos, subgrupos y complejos de especies, empleando alguna característica de las ninfas de primero y quinto estadio de desarrollo, agrupadas provisionalmente en estos grupos, basándose primariamente en la similitud de las formas adultas y en la distribución geográfica. El conocimiento de varias de estas especies no ha progresado hasta el presente, por lo que su agrupamiento al interior del género continúa siendo poco robusto.

Grupo *Protracta* (especies cuyas ninfas de primer estadio carecen de pelos especializados en el metatarso) y Grupo *Rubrofasciata* (especies cuyas ninfas de primer estadio presentan pelos especializados en el metatarso). Dentro del Grupo *Protracta* reconocieron dos complejos de especies, el complejo *Protracta* (caracterizado por el cuerpo fusiforme y patas relativamente cortas de los adultos) que incluye a *T. barberi*, *T. neotomae*, *T. protracta* y por confirmar *T. incrassata*, *T. nítida*, *T. peninsularis* y *T. sinaloensis*, especies con clara distribución mesoamericana, el complejo *Lecticularia* (definido por el cuerpo más ancho y patas comparativamente largas o de tamaño normal de los adultos), que alberga a *T. indictiva*, *T. lecticularia* y *T. sanguisuga*, todas con distribución en el sur de los EUA y dos con extensiones al Norte de México. (INDRE, 1999)

El Grupo *Rubrofasciata*, que alberga a la gran mayoría de especies de *Triatoma* fue dividido por aquellos autores en dos subgrupos: *Infestans* y *Rubrofasciata*. El subgrupo *Infestans* quedó caracterizado por presencia de

gránulos conspicuos en la porción dorsal del abdomen de la ninfa de quinto estadio, a diferencia del subgrupo *Rubrofasciata*, cuyas especies presentan el dorso del abdomen del quinto estadio liso o, cuando mucho, con gránulos minúsculos, incluye 6 complejos de especies *Spinolai* (especies sudamericanas), *Phyllosoma* (especies distribuidas solo en México), *Flavida* (especies de las islas del Caribe), *Nigromaculata* (especies sudamericanas) y *Recurva* (que incluye a *T. recurva* y *T. gerstaeckeri* del sur de Estados Unidos y norte de México). El Complejo *Recurva* se separa del resto de complejos de especies del subgrupo por presentar el abdomen ancho y la presencia de tubérculos torácicos prominentes (INDRE. 1999).

A continuación se describen claves taxonómicas para identificar a *Triatoma rubida sonora* descritas por Lent & Wygodzinsky en 1979 .

El tamaño del macho de 15.5 a 20 mm, la hembra mide de 19.5 a 23 mm. El ancho del pronotum del macho es de 4 a 4.5 mm y en la hembra es de 5 a 5.5. Posee un color claro café rojizo o rojo oscuro, hasta negro.....

La cabeza es rugosa careciendo de gránulos, uniformemente oscura con pequeñas elevaciones entre los ojos. Es tan larga como el pronotum.....

El clypeus es muy amplio en la base, frente a la impresión transversa puntiaguda.

Ojos alrededor de la mitad de ancho del espacio íter ocular. La antena esta insertada cerca de la mitad de la región anteocular, y el primer segmento alcanzando justo la punta del clypeus, el segundo segmento posee cabellos negros cortos pero rígidos.

Pronotum con ángulos anteriores muy pronunciados, semejantes a una protuberancia, tubérculos discales y laterales ausentes. Connexivum con marcas oscuras que llegan al borde.....

Los hemelitos se extienden hasta el apex del abdomen, de color oscuro. Patas uniformemente oscuras, el primer y segundo segmento con pequeños dentículos subapicales.....

Morfología

Como todo insecto, los triatominos poseen un cuerpo dividido en tres regiones: cabeza, tórax y abdomen, poseen además tres pares de patas y dos pares de alas, al par anterior de alas se llama hemiélitros compuestos por una parte basal coriácea (endurecida) y una parte distal membranosa y el segundo par totalmente membranoso. Presentan un conxivo, que un margen lateral del abdomen, achatado y saliente generalmente oscuro con manchas claras; poseen un aparato bucal picador-chupador, que se diferencia según el tipo de alimentación del insecto (Hematófago, entomófago o fitófago). Los triatominos desarrollan una metamorfosis incompleta y pasan por el estadio de huevo, ninfa y adulto (M. Canale 2002) (Figura 4).

Entre los criterios que son útiles para determinar la especie se incluyen la estructura general del cuerpo, patrones de colores, tamaño de las antenas, ojos y órganos genitales masculinos. En el triatoma, la cabeza tiene una longitud intermedia y las antenas se insertan en el punto medio entre los ojos y el clypeus. Los adultos se distinguen de las ninfas por la presencia de órganos genitales bien desarrollados y dos pares de alas.

Por lo general la hembra es más grande que el macho y posee órganos genitales externos visibles e inequívocos. El color del cuerpo varia de amarillo claro hasta negro, conforme a las especies con diferentes patrones de manchas anaranjadas, amarillas, blancas, rojas, grises o verdes, principalmente en el conxivum (Lent & Wygodzinsky 1979).

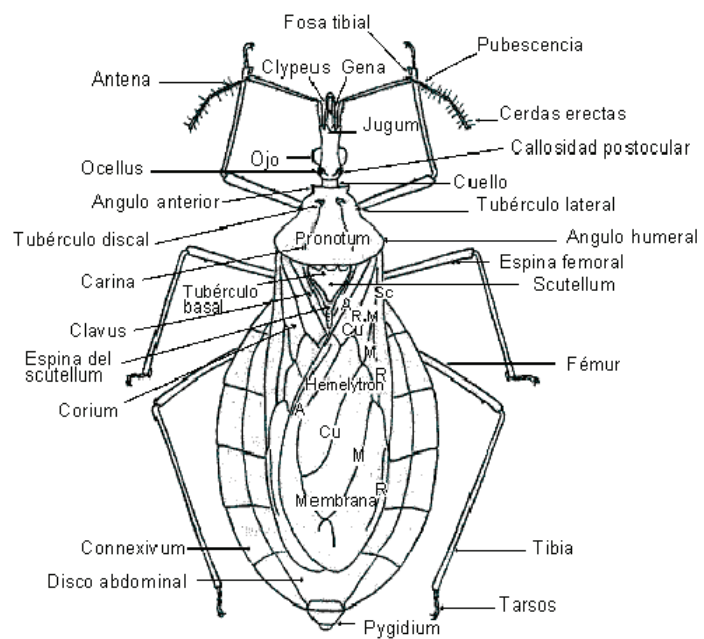


Figura 4. Características Morfológicas de un Triatomino
Modificado de Lent & Wygodzinsky 1979

Adaptación

La adaptación progresiva que sufrieron los reduvidos depredadores, dio lugar a la subfamilia *Triatominae*, misma que tiene como principal característica biológica tanto de ninfas como de adultos de ambos sexos, succionar sangre, principalmente de aves y mamíferos. Con base en las características morfológicas y de desarrollo, la posición de estos insectos como familia de Reduviidae es clara, como es el caso de la presencia de un rostro recto, adaptado para alimentarse de sus huéspedes vertebrados (Cáceres Lázaro, 2005).

Entre los triatominos, una picadura dolorosa puede ser considerada como un carácter primitivo, mientras que en las especies que están adaptadas al humano, es prácticamente imperceptible, aunque es capaz de desencadenar una reacción papulomatosa en la mayoría de las personas debido a los componentes proteicos, anticoagulantes y anestésicos presentes en la saliva.

Dujardin et al. 2000, plantean que la adaptación de los *Triatominae* desde hábitat silvestres a peri domésticos o domésticos parece ser una característica primaria de la evolución actual del grupo. Y que el proceso tiene consecuencias epidemiológicas y operacionales notables, pero además sirve como un modelo importante para el estudio de los procesos evolutivos en si mismos.

Esta capacidad parece reflejar los cambios en la estrategia demográfica asociada con la transición hacia hábitat crecientemente

estables, de modo que incluso dentro del ambiente silvestre existen especies que pueden ya estar suficientemente especializadas como para ofrecer una baja probabilidad de adaptaciones adicionales, mientras que especies más generalistas pueden representar un riesgo mayor de cambiar a ambientes humanos.

Por lo tanto, el grado en que las especies silvestres pueden ser categorizadas en términos de su potencial para adaptaciones adicionales, el riesgo epidemiológico que pueden representar, y los factores genéticos y ambientales que juegan un papel sustantivo en el proceso (Velasco-Castrejón et al.1991).

En México, se espera tener en años próximos, especies de Triatominos como *T. rubida* ahora considerada en vías de colonización, a adaptarse al ambiente humano (Bracho et al, 2001).

Distribución geográfica

Los Triatominos se distribuyen del sur de los Estados Unidos de America, México hasta la Patagonia Argentina. Las especies mas importantes son: *Rhodnius prolixus* y *Triatoma dimidiata*, su distribución alcanza desde el Ecuador, donde *Triatoma dimidiata* es una especie domiciliada. En Colombia, Guayana francesa, Guayana, Suriname y Venezuela, *Rhodnius* es el principal vector, y se han colectado ejemplares a una altitud de más de 2000 m. En Colombia, *Triatoma venosa* y *Triatoma maculata* se han adaptado a los ecotopos domiciliarios, pero tienen solo una importancia secundaria (Carcavallo 1999, OMS 1991).

En Perú, se encuentran dos vectores principales *Pastrongylus lignarius* en el Norte del País y *Triatoma infestans* en los focos meridionales. En Bolivia y Paraguay *T. Infestans* se encuentra ampliamente disperso, y se ha encontrado a *P. magistus* en pequeños focos. *Triatoma sordida* se encuentra distribuido en la parte oriental de Bolivia y en una amplia zona de Brasil, como también en zonas de Argentina, Paraguay y Uruguay. Sin

embargo el vector mas importante en Argentina, Bolivia, Uruguay y Chile es *Triatoma infestans*.

En Brasil, varias especies están infectadas naturalmente con *Trypanosoma cruzi*, pero tres son las que tienen especial importancia epidemiológica. La mas importante es *T. infestans*, que partiendo del Sur se ha dispersado hacia el Norte, y recientemente ha alcanzado los Estados Nordestinos de Pernambuco y Paraíba. La especie *P. magistus* es la segunda en importancia, con un amplia distribución geográfica y altos índices de infestación natural; en algunas partes del Noreste y del Este de Brasil es predominantemente domiciliaria, mientras que en el Sur es esencialmente selvática. En tercer lugar, el principal vector en la zona Noreste de Brasil en general es *Triatma brasiliensis*. *T. sordida* y *T. pseudomaculata* registran bajos índices de infección natural por *T. cruzi* (OMS 1991).

Especies y Distribución Geográfica de Triatominos en Sonora

En el estado de Sonora se han descrito seis especies de triatominos: *Triatoma rubida* (Del Ponte, 1930) con 5 subespecies (*cochimiensis*, *jaegeri*, *rubida*, *sonoriana* y *uhleri*), *Triatoma protracta* (Uhler, 1894), *Triatoma recurva* (Stal, 1868), *Paratriatoma hirsuta papagoensis* (Barber, 1938), *Triatoma sinaloenses* (Ryckman, 1962) y *Triatoma incrassata* (Ryckman, 1962) (Figura 5).

Todas esas especies se distribuyen ampliamente en el estado; en general pueden ser considerados silvestres y confinados en nidos de ratas, aunque muchos de ellos utilizan otros reservorios silvestres como reptiles y aves para succionarles sangre y completar su ciclo. Eventualmente, y particularmente en el verano, durante las noches cálidas son atraídos por la luz y se acercan a las viviendas, para tratar de colonizarlas. Es por ello que el grupo muestra un comportamiento y fisiología similar, y todos deben ser considerados como vectores potenciales (Townsend Peterson y col., 2002. Tay J. y col., 1996).

Ryckman colectó dos ninfas de quinto estadio de *T. rubida* a ocho kilómetros al Norte de Guaymas, Sonora en 1951; al estudiar las heces de los triatomas encontró flagelados característicos. Posteriormente en 1952, el mismo autor colectó dos adultos (hembra y macho) a 9.6 kilómetros al Norte de Hermosillo, Sonora e inyectó heces de los insectos (vía intraperitoneal)

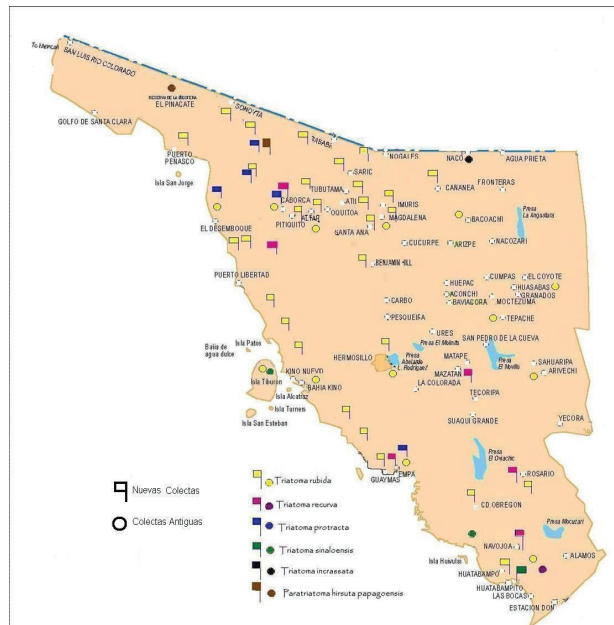


Figura 5. Distribución de triatomines en Sonora, México. Datos no publicados.

en dos ratas blancas, las cuales presentaron parásitos sanguíneos 35 días después de la inoculación. En 1954 colectó de un nido de ardilla *Citellus variegatus grammurus* cerca de Agua Caliente, entre Imuris y Nogales, Sonora, dos adultos (hembra y macho) de *Triatoma recurva* y tres ninfas, todos repletos de sangre.

Para Abril de 1960 nuevamente Ryckman examinó varios nidos de ratas del monte del género *Neotoma* a 5 kilómetros al Oeste de Sonoyta Sonora, en los cuales colectó 17 adultos machos y cuatro hembras de *Paratriatoma hirsuta*. En la inspección parasitológica, los insectos salieron negativos.

Por otro lado, Palencia y Montaña en 1959, asociaron la presencia de triatominos (*T. rubida sonora* y *T. rubida uhleri*) infectados naturalmente y colectados en la casa de un individuo en el Puerto de Guaymas Sonora, al desarrollo de la enfermedad de Chagas en su fase aguda un año antes. Paredes y col. en el año 2001 capturaron 271 especímenes de triatominos en la ciudad de Guaymas, Sonora, de los cuales el 90% resultaron estar infectados por *T. cruzi*, un porcentaje de infección natural de los más altos encontrados en México.

Las especies colectadas en este estudio fueron identificadas como *Triatoma rubida* (91%) y *T. recurva* (9%). En el estudio de Palencia y Montaña (1959) se describió la presencia de *T. rubida*. Mientras que en el trabajo de Paredes y col., se documentó la conducta domiciliaria de *T. rubida*, y se colectó en el peridomicilio a *T. recurva*, insecto considerado silvestre, esto pudo deberse al desarrollo desordenado de nuevos asentamientos humanos

que ha tenido el Puerto de Guaymas, invadiendo el monte y el ecótopo de recurva.

Posteriormente, al estudiar la biología de los ejemplares de *T. rubida* capturados en la ciudad de Guaymas, se determinó mediante la medición de los tiempos de alimentación y defecación del insecto, la considerable capacidad vectorial de *Trypanosoma cruzi*, además de que el insecto realiza su ciclo biológico en un tiempo corto, en comparación con otras especies de triatomíneos (Martínez-Ibarra y col., 2005).

Triatoma rubida

Este insecto, tiene una amplia distribución geográfica en el Noroeste de México, (Península Baja California y los estados de Sonora, Nayarit, y Sinaloa, aunque también se ha reportado en el estado de Veracruz). Además de que se ha encontrado en el Suroeste de los Estados Unidos en los estados de Arizona, California, Nuevo México y Texas (Tabla I). Es una especie simpátrica a todo lo largo de su rango de distribución, aunque no hay información disponible sobre su capacidad de dispersión.

Recientes estudios sobre el DNA mitocondrial de rubida han mostrado una relación filogenética con *Triatoma nitida*, mientras que el análisis del DNA ribosomal del gen 12S y 16S, sugirió una relación con *Triatoma protracta*. Esto hace ver la necesidad de estudios más finos sobre este complejo (Pfeiler y col. 2006).

T. rubida se caracteriza por ser un insecto grande, la hembra alcanza tamaños de 2 a 2.5 cm. y el macho mide de 1.9 a 2.4 cm de longitud. *T. rubida* es muy activo, ágil volador de patas largas y posee un patrón de color característico en el borde del conxivo, en forma de triángulos o líneas con tonalidades que van de amarillo a rojo oscuro. En *T. rubida* típica el margen del conxivum es enteramente coloreado, pero en *T. sonora* y *T. jaegeri* las marcas son oscuras hasta los márgenes del conxivum

exterior, el corium del pronotum es uniformemente oscuro excepto en sus márgenes; por el contrario, estas marcas de color son claras en *T. uhleri* y *T. cochimiensis* con tonalidades amarillo castaño o naranja.

Tabla I. Distribución geográfica de subespecies de *Triatoma rubida*
Modificado de Pfeiler y col. 2006.

Subespecie	Distribución Geográfica	Referencia
<i>Triatoma rubida</i>	Baja California Sur, Sonora	Uhler, 1894
<i>Triatoma rubida cochimiensis</i>	Baja California	Ryckman 1967
<i>Triatoma rubida jaegeri</i>	Isla Estanque BC., Sonora	Ryckman 1967
<i>Triatoma rubida sonoraiana</i>	Sonora, Sinaloa y Nayarit	Usinger 1944
<i>Triatoma rubida uhleri</i>	Suroeste de USA, Sonora y Veracruz	Usinger 1944

T. rubida, puede ser distinguida de otras especies de Triatomas norteamericanas, por lo largo de su primer segmento antenar, el cual alcanza o se proyecta mas allá del ápice del clipeo. Esta característica También se encuentra en *T. rubrofasciata*, la cual es superficialmente similar a *rubida*. Sin embargo, *T. rubrofasciata* posee la cabeza y pronoto conspicuamente granuloso (Lent and Wygodzinsky, 1979) (Figura 6).

El ciclo vital de este insecto, es corto de seis meses a un año, alcanzando dos generaciones por año dependiendo de la humedad y disponibilidad de alimento. La hembra puede ovopositar 600 huevecillos durante su vida, el huevecillo mide 1.2 mm de largo por 0.8 mm de diámetro, es blanco y conforme madura el embrión se torna rosa a rojo. Generalmente la hembra los coloca en grietas o debajo de objetos apilados. El primer estadio ninfal emerge a los 14 días y la ninfa, que mide dos milímetros, tiende a alimentarse después del tercer a cuarto día, tiene hábitos nocturnos y durante el día se refugia para no ser detectada por sus depredadores. El insecto desarrollará cinco estados ninfales subsecuentes, hasta mudar a adulto (Martínez y col., 2005, Paredes y col. En prensa) (Figura 7).

Bajo condiciones de laboratorio, *T. rubida* completa su ciclo vital en 119 días, desarrollando dos generaciones con muy baja mortalidad durante sus mudas, de tal manera que más del 98% de sus huevecillos eclosionan y el 94% completa su desarrollo hasta adulto.

T. rubida, se distingue porque logra alimentarse en menos de 10 minutos y su tiempo de defecación puede ser inmediato o entre los 5 y 20 segundos posteriores a sus ingesta sanguínea. El insecto se comporta muy persistente durante la alimentación y tiene la habilidad de colgarse materialmente del huésped hasta completar su alimentación. Esto es consistente con la



Figura 6. Características morfológicas de *Triatoma rubida*.

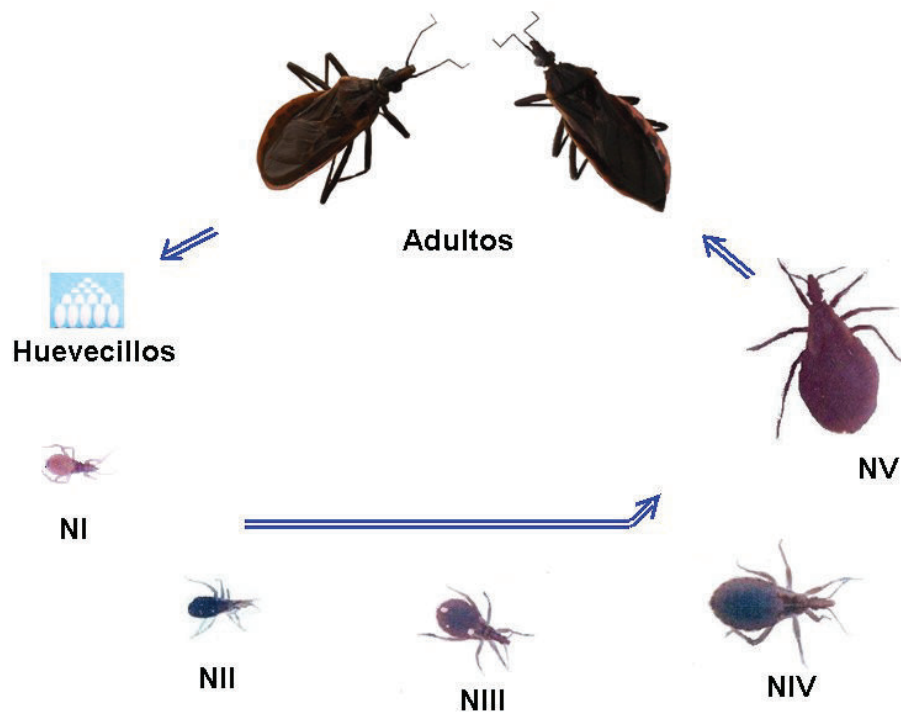


Figura 7. Características morfológicas de los diferentes estadios de *Triatoma rubida*, en su ciclo vital.

información recabada durante el trabajo de campo, donde las personas refieren haber visto a sus mascotas como perros, cargar las chinches pegadas al cuerpo (Paredes-González y col., En prensa).

Proceso de Domiciliación de *Triatoma rubida*

El proceso de domesticación se considera un fenómeno dinámico y continuo que varía de una especie a otra de acuerdo a su grado de adaptación ecológica a ecótopos modificados por el hombre. También hay que considerar que la transmisión (que llega ser importante en algunas zonas), puede darse sin que existan necesariamente eventos de domiciliación verdadera, sino solamente casos de invasión de ambientes humanos por parte de triatominos adultos o de contacto humano-vector en el ambiente silvestre (Barrera -Pérez 2003).

Las especies de *Rhodnius* por ejemplo, relacionados con palmeras, pueden beneficiarse de los cambios producidos por la acción antropogénica (ocupación de zonas de bosque por colonos, deforestación, agricultura y ganadería (Villegas –García y col., 2004). Es por lo tanto, el hombre quien pasa a formar parte del ciclo selvático de transmisión de *T. cruzi*, transformándose en huésped (Schofield y col., 1999). Esta destrucción de los ecótopos, puede causar cambios y eventualmente, la desaparición de los animales silvestres como recursos naturales de sangre para los triatominos, lo que resulta en la invasión de casas por el vector en la búsqueda de sangre humana y la exposición de la población al riesgo de contraer la enfermedad de Chagas (G. Dias-Lima, Sherlock A., 2000).

El impacto de tales actividades antropogénicas culmina con la extinción de muchas especies, y la adaptación de otras impuestas por el hombre. Por ejemplo, durante 200 años la selva del estado brasileño Espírito Santo ha sido devastada por la explotación de madera y planificación de

diversos cultivos agrícolas, sobreviviendo solo el 8.15% de la vegetación natural, así que siete de nueve especies de triatomíneos de esa área, ha adquirido la capacidad de domiciliación.

Hoy es común capturar en el ambiente doméstico de áreas rurales adultos de *Triatoma vitticeps*, insecto considerado inicialmente como deficiente transmisor de *T. cruzi*, por ser selvático y defecar tardíamente después de alimentarse. Aun así, al ser atraído por la luz para alimentarse e igual que otros triatomíneos en vías de domiciliación constituye un riesgo (Claudiney y col. 2005).

En el Salvador, y en el estado de Bahía en Brasil, durante décadas se ha contado con un programa de control vectorial, sin embargo actualmente siguen apareciendo casos autóctonos de Chagas en su población, probablemente debidos a *Triatoma tibiamaculata*, insecto silvestre que eventualmente es colectado por los habitantes dentro de sus viviendas (G. Dias-Lima, Sherlock A. 2000).

En el Noreste de Argentina, *Triatoma sordida*, *Triatoma guayasana* y *Triatoma garciabesi* especies consideradas selváticas, pueden tener el potencial para su domesticación en ausencia de *Triatoma infestans*, porque se han encontrado formando colonias selváticas y peridomésticas que frecuentemente invaden las habitaciones humanas. El principal ambiente peridoméstico de *Triatoma guayasana*, se asocia a corrales de cabras y borregos pero es frecuentemente asociado con bromelias, opuntia cactus y troncos caídos. *Triatoma garciabesi* en cambio, tiene como principales ambientes peridomésticos a la corteza del banano y los mezquites, así como gallineros. *Triatoma sordida* en cambio se asocia con galpones, pilas de troncos y corrales de aves, eventualmente visita las viviendas (Lauricella y col 2005, Pieri y col 2001).

Pastrongylus geniculatus ha demostrado su capacidad de colonizar peridomicilios en algunas zonas de la Amazonia brasileña (Marajó, Pará). Lo mismo ocurre con *Triatoma dimidiata* en México, que parece resistir bien los cambios ambientales relacionados con la intervención humana, ocupando

nuevos ecótopos entre ellos los ofrecidos por los asentamientos humanos, cuando los naturales son destruidos (Carcavallo y col., 1999).

T. rubida es generalmente considerada una especie silvestre, su hábitat natural son los nidos de roedores silvestres del género *Neotoma* (*Neotoma albugula* y *Neotoma lepida*), aunque ha sido reportado alimentándose del murciélago pescador *Pisonix livesi*. No obstante esto, recientemente ha iniciado un proceso de adaptación al domicilio humano, encontrándose ninfas y adultos dentro de las casas de ranchos o ciudades como Altar y Caborca, Sonora. Observaciones recientes, indican que *Triatoma rubida* se asocia al ambiente doméstico, específicamente en la Ciudad de Guaymas, Sonora, México. Esto probablemente debido a la creciente construcción de casas que invaden su ecótopo silvestre. Paredes et al., 2001, documentaron un 63% de infestación con *T. rubida* en casas de Guaymas. Y en levantamientos entomológicos dentro y fuera de las casas de campo realizados en Sonora se han encontrado a 4 de cada 10 insectos con flagelados típicos de *Trypanosoma cruzi* (Townsend Peterson y col., 2002. Paredes y col.; datos no publicados).

Cutícula de los insectos

La cutícula de los insectos, es secretada por una doble capa de células epidérmicas e hipodérmicas. La hipodermis se describe como un sincitio funcional y esta formado como una membrana base particularmente durante la deposición y expansión de la cutícula vieja. La cutícula esta formada por una pro cutícula interna compuesta de quitina (N-acetilglucosamina) y proteína, y una capa externa quitinosa mas delgada la epicutícula. La pro cuticula a su vez esta dividida en una capa interna y una externa llamada exocutícula (cutícula pre-muda) la cual esta formada por proteína esclerosada. La capa interior endocutícula (Cutícula después de muda) que tiene remanentes de la misma proteína esclerosada (Kenneth 1988).

A la parte más exterior de la cutícula de los insectos se le conoce como epicutícula y se considera una doble capa formada por una epicutícula externa y una epicutícula interna. En muchas especies de insectos, a su vez esta cubierta por otras dos capas extracuticulares, una capa de lípidos y externa a este, una capa de cemento. A través de la procutícula corren canales de poro, desde la hipodermis hasta la epicutícula, son finos canales que logran perforar la parte más exterior de la epicutícula, por donde correrán lípidos hacia la superficie.

Esta parte exterior de la epicutícula también llamada capa de parafina, es una membrana altamente resistente de 10 a 18 nm, es la primera capa de la nueva cutícula cuando se secreta. En la larva de *Calpodes ethilus*, en *Rhodnius* y en *Shistocerca* es una capa trilaminar cuando se secreta por primera vez. (Kenneth 1988).

Hidrocarburos Cuticulares de Insectos

-

Los lípidos cuticulares de insectos, consisten en material alifático, que se encuentra formando una delgada capa en su tegumento. Estos lípidos o ceras de superficie se presentan como mezclas complejas altamente estables, con características estructurales únicas. Entre sus principales compuestos predominan hidrocarburos, alcoholes grasos y ceras de elevado peso molecular.

La función principal de estos lípidos en el insecto, es restringir la pérdida de agua, evitando la desecación letal. Se ha demostrado que también participan en la absorción de sustancias químicas que pueden afectar la actividad de microorganismos, e intervienen en diversos procesos de comunicación química (Juárez, 1999).

Los hidrocarburos cuticulares (HC) se sintetizan *de novo* en el tejido intrategumentario del insecto, a través de la acción enzimática de la sintetasa del ácido graso (FAS), una acetil CoA para la elongación, una reductasa y una descarboxilasa que produce hidrocarburos y CO₂. Las

células epidérmicas responsables de su producción son los oenocitos que se encuentran debajo de la hipodermis. Los oenocitos transportan a los hidrocarburos a través de los tejidos, mediante una lipoproteína hemolinfática, llamada liporin. Esta síntesis lipídica se considera dinámica y cambia conforme el insecto pasa por sus etapas ninfales, deteniéndose en la etapa adulta. Renobales y cols., 1991, proponen que los hidrocarburos sintetizados por el insecto se almacenan dentro de sus tejidos hasta la próxima muda, y cuando ésta sucede, el insecto necesita una capa nueva de lípidos como reguladores de su permeabilidad (INIBIOLP 2002).

Actualmente en la lucha anti-vectorial de la enfermedad de Chagas, en países endémicos como Brasil, Argentina, Bolivia y Perú, se están desarrollando estudios morfométricos, bioquímicos, moleculares y genéticos de especies vectores, que contribuyan en la toma de decisiones para la erradicación del vector de la vivienda humana. Una de estas líneas de trabajo, es el análisis de los hidrocarburos cuticulares de los triatominos.

En insectos sociales,¹ existe bastante evidencia sobre el valor de los hidrocarburos cuticulares considerados como el fenotipo del insecto. Estudios basados en la variación inter-poblacional de los perfiles de hidrocarburos de *Drosophila mojavensis*, Patterson Cluster, Etges y Jackson (2001) sugirieron que la diferenciación de hidrocarburos, puede ser una evolución temprana a especiación, además la diferenciación geográfica también condujo a estos autores a sugerir que el fenotipo, puede diferenciarse antes de la divergencia de especies.

Juárez y Brenner 1986; Juárez y Blomquist 1993; Juárez *et al* 2002 han identificado hidrocarburos de un amplio número de triatomas, y dan evidencia sobre una clara diferenciación entre poblaciones de *Triatoma dimidiata* mexicana de otras especies de triatomas de Sudamérica colocándola en relación más cercana al complejo phyllosoma de Norteamérica. Calderon y col., 2005, estudiaron la diferenciación de hidrocarburos entre poblaciones de dimidiata que reflejo cierta variación

¹ Insecto social es aquel que forma colonia y/o castas

geográfica y cohesión, ellos colectaron a *Triatoma dimidiata* de la costa veracruzana, por lado del golfo, Sierra Madre Oriental e istmo, colectaron de Hidalgo, Oaxaca y Chiapas. Todas se agruparon en un gran grupo. Además colectaron una segunda población de Oaxaca, pero de la Sierra Madre del Sur que presentó relación con *Triatoma dimidiata* de Guatemala. Lo que puede representar a poblaciones establecidas durante los movimientos migratorios de Centro América a México.

Importancia en quimiotaxonomía

La quimiotaxonomía, se puede definir como la disciplina que estudia el carácter químico de la clasificación de un taxón específico. Con el avance de la bioquímica actualmente, se efectúan estudios comparativos, de vías biosintéticas para tratar de resolver problemas que se originan a partir del paralelismo y la diversificación de los caracteres químicos en los insectos.

El desarrollo de la ciencia y de las técnicas de separación (Cromatografía de gases, cromatografía líquida de alta eficiencia, electroforesis) etc. Y de los métodos instrumentales para la elucidación estructural de compuestos orgánicos, (espectroscopía ultravioleta, espectroscopía infrarroja, espectrometría de resonancia magnética nuclear, espectrometría de masas etc.) Han hecho que en la actualidad la labor de comparar metabolitos secundarios de los triatominos, se efectúe en forma rápida y precisa utilizando pequeñas cantidades de muestra (INIBIOLP 2003).

Los hidrocarburos son especie-específica y esto los hace atractivos como herramienta quimiotaxonómica. En insectos fitófagos, algunos hidrocarburos pueden ser derivados directamente de la dieta. *Triatominae* se alimenta exclusivamente de sangre de vertebrados la cual carece de hidrocarburos, excepto trazas de escualeno, de modo que la composición de sus hidrocarburos cuticulares resulta de rutas biosintéticas propias. Además, estudios sobre la dinámica de los hidrocarburos en *T. infestans*, indican

solamente cambios menores durante su vida adulta, correspondiendo a la virtual desaparición de los oenocitos (INIBIOLP 2002).

Método de Identificación y Cuantificación de Hidrocarburos

Cromatografía Líquida en Columna

Este método cromatográfico es uno de los más empleados para fines preparativos en el laboratorio de química orgánica, y particularmente utilizado para la purificación de hidrocarburos de triatominos. La función de este método, es ir logrando hacer la separación de los constituyentes de una mezcla. La columna es generalmente un tubo de vidrio en forma cilíndrica, cuya altura es de 10 – 20 veces mayor al diámetro, las dimensiones pueden variar de acuerdo a la cantidad de sustancia que se dese separar. Algunas columnas en el fondo pueden llegara tener una llave que permita regular el goteo (Joseph 1975).

Para la separación preliminar de hidrocarburos cuticulares de triatominos, se utiliza una mini columna de vidrio (10 mm X 5 mm ID), Marca Industria Argentina. Este tipo de columna, posee en su punta inferior una llave de plásticos que permite controlar la elusión eficientemente. La fase estacionaria es sílica gel, tamaño de poro de 60Å y de partícula de malla 70–230.

Juárez y Blomquist (1993) y Juárez y col. (2001). Consideran que el por ciento de recuperación de hidrocarburos en este tipo de columna es del 100%. Los estudios se basan en la composición de lípidos epicuticulares de *Triatoma infestans*, que han sido ampliamente caracterizados. La recuperación con hexano de hidrocarburos cuticulares de *infestans* es del 21% del total de lípidos del insecto y la cantidad de solvente para eluir un mg de hidrocarburo es de (6ml/mg) (M.P. Juárez, G.C. Fernández 2007).

Generalidades sobre cromatografía de gases-espectrometría de masa

(CG-MS)

El avance espectacular en CG-MS, y su accesibilidad brinda actualmente poderosas y confiables herramientas para la identificación definitiva de las estructuras complejas de las cadenas de hidrocarbonadas de varias especies del género triatoma.

La comparación de los patrones complejos de cadenas lineales y múltiplemente ramificadas de los hidrocarburos de varias especies del complejo *infestans* entre si, así como con especies de otros complejos mas distantes y géneros, demuestran que es posible diferenciar gráficamente sus perfiles cromatograficos (Huellas dactilares), así como diferenciar numéricamente cada especie mediante el calculo de indicadores numéricos obtenidos a partir del cociente de pares o grupos de picos mayoritarios, con diferencias altamente significativas (Juarez y Blomquist 1993)

La cromatografía de gases-masa de los HC ha demostrado ser útil en la diferenciación de especies emparentadas de insectos vectores, tal como el caso del complejo *Anopheles gambiense*, *A. culicifacies* y entre varios grupos de Phlebotominae y Simuliidae. Esta técnica es también aplicable a los insectos vectores de la enfermedad de Chagas, en los cuales se ha demostrado anteriormente que aún especies muy cercanas pueden diferenciarse por su perfil de hidrocarburos epicuticulares (Juarez y col., 2002. Schofield y col., 1998).

Un ejemplo de esto, lo demuestra el trabajo de Juárez y col., 2004, quienes investigaron la utilidad del patrón de hidrocarburos cuticulares como herramienta de diferenciación en complejo *sordida* y poblaciones de *T. sordida*, provenientes de Argentina, Brasil y Paraguay. El análisis de cromatografía de gases acoplada a masas permitió identificar la mayor parte de los componentes como cadenas alifáticas, saturadas de 21 a más de 40 átomos de carbono, con componentes lineales de hasta 33 carbonos, en tanto que se detectaron cadenas con una o tres ramificaciones metilo-insertadas en posiciones terminales o internamente.

En dicho estudio, las tres especies estudiadas, *T. sordida*, *T. garciabesi* y *T. guayasana*, tuvieron en el hidrocarburo n-nanocosano al componente mayoritario. Los investigadores reportaron diferencias estadísticamente significativas entre las poblaciones, considerando que el dimorfismo sexual en el patrón de hidrocarburos podría estar directamente relacionado con la comunicación química intraespecífica.

Cromatografía de Gases

La palabra cromatografía, deriva de los vocablos griegos *Kromos*, que significa color y *graphos* que significa escritura. La cromatografía tiene como principal función, la separación de una mezcla en sus constituyentes individuales, en la cual son utilizadas técnicas de separación cromatográficas. Además, no solo permite separar los componentes, sino también su identificación y cuantificación. El análisis cualitativo, esta basado en la medida de parámetros como tiempo y volúmenes de retención mientras que el análisis cuantitativo, esta basado en la medida de alturas o áreas de picos cromatográficos que se relacionan con la concentración (INIBIOLP 2002).

Es un método de separación en el cual los componentes de una mezcla se reparten entre dos fases: la fase estacionaria (líquida), que posee una superficie de exposición muy grande y la otra, la fase móvil, que es un gas que circula en contacto con la fase estacionaria. La muestra se vaporiza en el sistema de inyección y es transportada por la fase móvil gaseosa (gas acarreador) a través de la columna. El reparto o partición de los componentes de la muestra con la fase estacionaria, se basa en sus diferentes solubilidades en esta fase a una temperatura dada. La velocidad de flujo del gas acarreador se controla para asegurar tiempos de retención reproducibles y minimizar las variaciones y ruidos en el detector.

Por lo tanto, los componentes de la mezcla (solutos o analitos) se separan entre sí en base a sus presiones de vapor relativas y de acuerdo a

sus afinidades con la fase estacionaria. Este tipo de proceso cromatográfico se denomina elusión. Los principales componentes en un sistema de cromatografía gaseosa son: la fuente de gas portador, el sistema de inyección, el horno que contiene la columna, el detector y el sistema de registro e integración (UNLP, 2003).

En resumen, un cromatógrafo de gases funciona de la siguiente forma: dos microlitros de muestra se inyectan (normalmente con una microjeringa) en el puerto de inyección que se encuentra a alta temperatura donde se vaporiza y es transportada a la columna, en general de 15 a 30 m de largo, cubierta en la parte interior por una película de un líquido de alto punto de ebullición (la fase estacionaria). La muestra se reparte entre la fase móvil y la estacionaria de modo de que los componentes individuales se separen en base a su solubilidad relativa en la fase líquida y sus presiones de vapor relativas.

Luego de la columna, el gas acarreador y la muestra pasan a través de un detector, donde se mide la cantidad de cada componente y se genera una señal eléctrica. Esta señal se transmite a un sistema de registro e integración, el cual genera un cromatograma que representa un registro del análisis. En la mayor parte de los casos, el sistema integra automáticamente el área de cada pico, realiza los cálculos e imprime un reporte con los resultados cuantitativos y los tiempos de retención (INIBIOLP, 2002).

Cromatografía de Gases Cuantitativa

La CG cuantitativa se desarrolla por varios métodos, como son: el por ciento de área, área normalizada, estándar interno y estándar externo. Para esta investigación se utilizó el método por ciento de área, que describe la literatura como un método útil y simple en la cuantificación de hidrocarburos de los triatomos. El área del pico es un parámetro analítico más satisfactorio que la altura. De tal manera que el por ciento de área consiste en dividir el área del pico individual entre la sumatoria de las áreas de todos los picos y multiplicar por 100 (INIBIOLP 2003).

Espectrometría de Masa

En Espectrometría de masa un compuesto es bombardeado por electrones de baja energía, si la energía cinética del ión es mayor que el potencial de ionización de la molécula, el proceso primario que ocurre con mayor probabilidad es $M + e^-$ y $M + 2e^-$.

Generalmente se bombardea con una energía de 50 a 170 eV, previa vaporización de la muestra, usando para este propósito un sistema de alto vacío. El exceso de energía hace que los iones moleculares M se formen en estados excitados y se descompongan rápidamente en varios fragmentos. Estos fragmentos pueden ser tanto ionizados como neutros, por lo que la naturaleza de los iones y su abundancia relativa depende de la estructura de las moléculas bombardeadas, compuestos de estructura diferentes presentan patrones de fragmentación diferentes, y se pueden considerar que el espectro de masas es la huella dactilar de un compuesto. Los resultados obtenidos se grafican como abundancia iónica en función de la masa iónica (INIBIOLP 2003)

Al analizar hidrocarburos por espectrometría de masa, la serie mas importante de fragmentación iónica, corresponde a iones alquilo ($C_n H_{2n+1}$) estos iones se caracterizan por tener masa par y numero impar de electrones. El pico mayor se denomina pico base y corresponde al iones butilo ($C_4 H_9^+$), la altura de los picos siguientes disminuyen gradualmente al aumentar el numero de carbonos. La masa de cada grupo de bandas espectrales se diferencia en 14 unidades de masa atómica correspondientes a la pérdida de un grupo metileno ($-CH_2-$).

El peso molecular del compuesto se obtiene directamente del valor de m/e de su ión molecular. Cada pico del espectro esta asociado con picos muy pequeños de mayor masa, que son picos isotópicos.

Los hidrocarburos ramificados, sufren una fractura característica en la posición ramificada. Cuando las fragmentaciones se producen por impacto electrónico (IE), el ión molecular (M) es muy pequeño o esta ausente. Entonces literalmente se obtiene información adicional muy valiosa considerando los iones que se forman por fractura en posición alfa de las ramificaciones. Estas fragmentaciones ocurren por diferentes caminos, entre los cuales esta involucrada la transferencia de un átomo de hidrogeno, a su vez depende del punto de ramificación (INIBIOLP 2003).

Índice de Kovats

El índice de Kovats (IK), se define como un parámetro adimensional, relaciona el tiempo de retención (Tr) de un compuesto desconocido con otro que contiene n-carbonos, el cual eluye antes y después que el. Los IK se definen de tal modo de asignar un valor de 100 veces el número de carbonos de cada uno de los hidrocarburos lineales, de tal manera que el hexano tiene un valor de 600 y el heptano de 700. Los tiempos de retención de los compuestos analizados se comparan con la de los estándares. De esa manera se confirma cualitativamente si el hidrocarburo analizado por GC, es un compuesto lineal o ramificado (INIBIOLP 2002).

$$KI = 100 y' + 100 (z' - y') \left[\frac{tr(x) - tr(y)}{Tr(Z) - Tr(y)} \right]$$

Donde:

- y' = No. de carbonos antes del carbono de interés
- z' = No. de carbonos después del carbono de interés
- y = No. de carbono antes del carbono de interés
- z = No. de carbono después del carbono de interés
- x = Carbono de interés
- Tr y tr = Tiempo de retención

La interpretación de los espectros GC-MS no es sencillo, porque puede ser difícil de interpretar picos GC similares o traslapados, también cuando hay hidrocarburos con varias ramificaciones metilo y además el hecho de que se tienen pocos espectros de estos compuestos en las bibliotecas de MS, y los algoritmos comúnmente usados para la detección del compuesto en la base de datos, no seleccionan la candidato con exactitud.

Katritzky *et al.* 2000 propusieron que mediante la correlación y predicción de los índices de retención se puede indicar el tipo y ubicación de uniones metilo para los hidrocarburos ramificados. Este grupo estudio, varias clases de metil-aclanos que tuvieron tiempo de retención consistentemente similar para análogas y homologas estructuras moleculares, utilizando columnas apolares. Se puede entender esto, porque el índice de retención depende del tamaño del hidrocarburo y la posición de los grupos metilo conectados a la cadena.

MATERIALES Y MÉTODOS

Lugar de Estudio

Se eligió El Puerto de Guaymas Sonora, por ser considerado en la literatura como un área endémica de la Enfermedad de Chagas. El puerto se sitúa a 110° 53' 34" Latitud Norte y 27° 55' 30" Longitud Oeste de Greenwich, a una altura 15 msnm. Cuenta con un clima tipo desértico caliente, con una temperatura máxima mensual de 30 a 35 °C en los meses de Julio a Agosto y una temperatura media mínima mensual de 18 °C. Su temperatura media anual es de 28 °C. Su vegetación es tipo xerófita, donde abunda Mezquite, Pitahaya, Palo fierro, Palo verde, Jito y Matorral subinerme (CONAGUA, 2007).

Muestreo y Captura de los Insectos

Para la colección del lote de insectos domésticos y peridomésticos, se monitorearon tres colonias del Puerto de Guaymas, en donde se sabía de la presencia del vector: El Rastro, Cerro Gandareño y Yucatán. En estas áreas se conocía la existencia de triatominos, particularmente *Triatoma rubida sonora* que fue la subespecie escogida para esta investigación y se tenían índices entomológicos que señalaban infestación en un 63%, colonización de 68.4% y densidad 8.5% (Paredes y col., 2001). (Figura 8)

La unidad de análisis fueron los insectos y la unidad de muestreo fueron las casas habitación, se hizo un muestreo no probabilístico dirigido, utilizando el método de bola de nieve, iniciando con la localización de un

actor, particularmente la líder de la colonia que fungía como presidente del programa pasos del sector salud, éste tenía lazos con otros actores, las amas de casa que conocían la problemática de la picadura de las chinches.

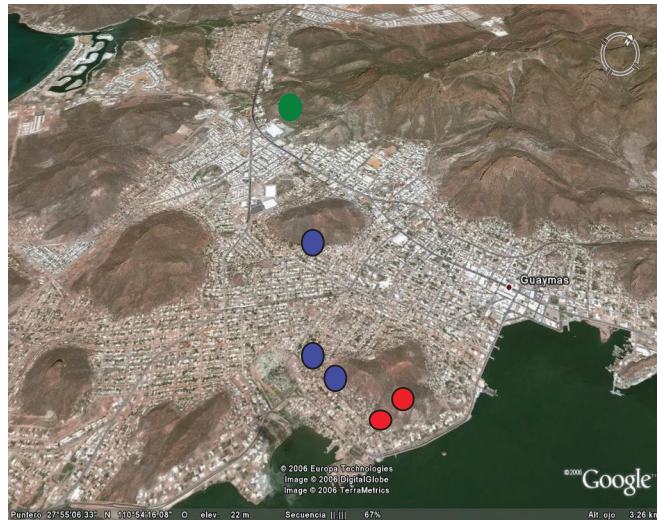


Figura 8. Mapa del puerto de Guaymas, Sonora, mostrando la ubicación de los sitios de muestreo. Doméstico, ● peridoméstico ● y silvestre ●

Estas familias nos llevaron con otros individuos. De esta forma se revisaron las áreas domésticas y peridomésticas. Se consideró la altitud del terreno, ya que se colectó una población de triatomíneos “domésticos”, de tal forma que las primeras casas en la base de los cerros supuso la existencia de colonias de insectos aislados que no tenían contacto con los triatomíneos del ecotopo silvestre, que se desplazaban más arriba. Se escogieron viviendas, que tenían gallineros y animales domésticos, o que sus características de construcción denotaban la existencia de insectos peridomésticos.

La infestación y colonización de la vivienda por los insectos pudo ser demostrada por el hallazgo de residuos del corion (cáscara del huevecillo), exuvias o huellas de heces. La secuencia normal de la inspección fue preguntar a las personas si habían visto al triatomíneo o si habían sido picados mientras descansaban en el interior de sus viviendas. Para refrescar la memoria de los entrevistados, se les mostraron insectos disecados.

Los triatomíneos adaptados al interior de las viviendas se colectaron en forma manual, la vivienda se inspeccionó por una hora/hombre. Se buscó detenidamente en las habitaciones donde las personas dormían, debajo de camas y en bultos de ropa u objetos apilados.

Los insectos silvestres, se colectaron de los cerros circundantes, se escogió un cerro de la parte Norte situado a mil cuatrocientos metros de distancia de las colonias donde se colectaron a los insectos domésticos y peridomésticos. En esta área se habían observado nidos de *Neotoma* spp. Y se confirmó al hacer las visitas. Se ubicaron cuatro nidos de *Neotoma* distribuidos en un radio de 60 m todos colocados en la base de Pitahayas.

Una vez colectados, a los insectos adultos se les extrajeron las dos pares de alas principales y secundarias, las cuales fueron envueltas en papel aluminio y transportadas al laboratorio de parasitología de la

Universidad de Sonora, Unidad Norte Caborca. Las ninfas colectadas, se transportaron en viales plásticos de boca ancha y de 10 cm. de alto por 5 cm. de diámetro, al citado laboratorio. Allí se mantuvieron bajo condiciones controladas hasta su muda, en una incubadora a 28 °C y una humedad relativa del 40%, se les alimentó cada siete días con sangre de gallinas como fuente de alimento. Para la identificación de las características morfológicas que definen a *rubida*, fueron usadas las claves descritas por Lent y Wygodzinsky (1979).

Análisis de los hidrocarburos

Extracción de Hidrocarburos

Los hidrocarburos cuticulares (HC) fueron extraídos siguiendo los métodos de Juárez y Blomquist (1993) y Juárez y col. (2001). A cada par de alas de los especímenes se le dio un tratamiento de lavado con 2 mL de agua bidestilada para eliminar cualquier contaminante como heces o partículas de tierra. Luego se transfirieron a un vial de vidrio de cuatro ml con tapa de rosca, septa de teflón y debidamente rotulado. Se les adicionó un ml de hexano grado HPLC con 99% de pureza (Sigma-Aldrich), (4 ml/g). Con este solvente se mantuvieron durante un día a una temperatura de 28 °C, para la extracción de los lípidos cuticulares.

Al siguiente día se extrajeron las alas de cada vial y lavaron con cuatro gotas de hexano para terminar de extraer todos los hidrocarburos. Cada vial, se llevó a evaporación con nitrógeno en un agitador magnético con platina caliente. Este paso se repitió agregando más hexano para concentrar los hidrocarburos en el fondo del vial.

Aislamiento de los Hidrocarburos

La siguiente etapa consistió en separar los hidrocarburos de los otros componentes cuticulares (lípidos, ceras, etc.) presentes en el extracto. Para ello, se procedió a reconstituir la mezcla de lípidos de cada vial con hexano

caliente, para enseguida ser aplicados a una mini columna de vidrio (10 mm X 5 mm ID) con 1.74 g de sílica gel, 60Å de poro y 70–230 de malla, de la casa comercial “Sigma” cat. 288624. Previamente equilibrada con hexano. La elusión se llevó a cabo con 4 ml hexano para cada muestra (4 ml/mg). La Silca de la columna fue renovada cada tres muestras.

Finalmente, la fracción de elusión se evaporó a sequedad con nitrógeno y calor en la platina caliente, para concentrar los hidrocarburos en el fondo del vial. De esta forma estuvieron listas las muestras individuales para su inyección al cromatógrafo.

Estandarización del Cromatógrafo de Gases

Se hizo la estandarización del equipo, usando los parámetros de la corrida propuesta por Juárez y Blomquist (2001), usando un Cromatógrafo de Gases marca VARIAN, modelo CP3800 con inyector cp1177 y EFC para Purga y Trampa, con los siguientes periféricos: Detector FID con electrómetro, automuestreador CP 8400, detector ECD, detector masas modelo Saturno 2000 de trampa iónica, concentrador de purga y trampa TEKMAR velocidad XPT. Se utilizó una columna capilar Factor cuatro VF5ms, (CP8955 Supelco) de 0.25 µm (30 m X 0.32 mm D.I). La temperatura del inyector fue de 300 °C, el flujo del gas acarreador hidrógeno fue de 2.5 ml/min, la temperatura del detector (FID) fue de 300 °C. La temperatura de la columna fue programada a 50 °C durante 1 min. y después aumento 50 °C/min hasta 300 °C manteniéndose a esa temperatura por 10 minutos.

Con una micro jeringa de 10 ul, marca Hamilton Co. Reno Nevada. Se inyectaron al cromatógrafo 3 ul muestra individual de cada uno de los 14 estándares comerciales de 19 a 40 átomos de carbono. Marca AccuStandard de 99% de pureza. Estos estándares de hidrocarburos fueron: n-Nonadecano, n-Eicosano, n-Heneicosano, n-Docosano, n-Tricosano, n-Tetracosano, n-Pentacosano, n-Hexacosano, n-Octacosano, n-tricontano, n-Dotriacontano, n-Hexatriacontano, n-octriacontano y n-tetracontano.

Además se inyectó una mezcla de los mismos para corroborar los tiempos de retención. Esto permitió poner en condiciones el GC-MS para la detección y cuantificación de los hidrocarburos y asegurar la línea base del cromatograma, evitando los ruidos que pudieran distorsionar la lectura y obtener irregularidad en los picos.

Obtención de los Perfiles Cromatográficos de Cada Población

Una vez estandarizada la metodología se procedió a inyectar al cromatógrafo, 3 µl de cada una de las muestra de hidrocarburos extraídos de *Triatoma rubida*. Para ello, se tomaron 7 ul de hexano caliente y se vertieron en el vial que contenía los hidrocarburos de cada espécimen, hasta remover con movimientos circulares en el fondo de este, la mayor cantidad de muestra posible e inyectar al cromatógrafo la cantidad requerida.

Se procedió sistemáticamente en la inyección de las muestras de las tres poblaciones de *Triatoma rubida*, cuidando hacer bien la suspensión de hidrocarburos y el procedimiento de inyección.

Identificación de los HC por CG-EM

Para la identificación de los hidrocarburos lineales, se tuvo la ayuda de la Doctora Patricia Juárez, del INIBIOLP de la Plata Argentina, quien utilizó un cromatógrafo HP 6890 acoplado a un espectrómetro de masas 5975C VL Agilent. Las condiciones del CGC fueron: columna no polar HP-5MS de 30 m x 0.25 mm d.i. x 0.25 µm film; gas portador helio a 1.5 ml/min de flujo constante; programa de temperatura de horno 50°C (1 min) hasta 200 °C a 50°/min, luego hasta 320 °C a 3°/min (25 min); el inyector fue operado en modo splitless a 320°C. Las condiciones del detector MS fueron: energía de ionización 70 eV; línea de transferencia a 320 °C; la cámara de ionización a 230 °C y el cuadrupolo a 150 °C. El sistema fue operado y los datos colectados desde un MSD ChemStation Agilent Technologies Inc.

Análisis Estadístico

Se estimaron medidas de tendencia central y compararon las medias relativas de abundancia de hidrocarburos entre sexos, la significancia se probó mediante una t no pareada (Paquete Excel 2006), previa normalización de los datos con arcoseno. Se compararon las medias relativas (prueba post hoc de Tukey) entre las tres poblaciones a través de un análisis de varianza de una sola vía. Los datos fueron convenientemente presentados en tablas y gráficos. Todas las pruebas fueron estimadas a una cola y valores de $p < 0.05$ fueron considerados como estadísticamente significativos. Para tales análisis se usó el paquete estadístico BioStat 2007[®].

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Colecta de los Insectos

En total se colectaron 50 especímenes domésticos, 50 silvestres y 120 peridomésticos. De los 220 insectos, el 1.4% correspondió a ninfas de segundo estadio (NII), el 11.4% a ninfas de tercer estadio (NIII), el 17.3% a ninfas de cuarto instar (NIV), 53.6% a ninfas de quinto instar (NV), un 6.8% de hembras adultas (HA) y un 9.5% de machos adultos (MA). No se encontrarán especímenes en el 1er periodo ninfal en las tres poblaciones (Tabla II).

Es importante decir que del total de insectos adultos colectados, un 28% y 16% correspondió a especímenes domésticos, y peridomésticos respectivamente. El haber encontrado muchos insectos alados, en estos dos ecotopos con respecto a silvestres, probablemente se debió a un desarrollo vital corto de triatoma, por la mayor disponibilidad de alimento dentro de las viviendas y la fuente segura de sangre en gallineros. Contrario a la escasa captura de adultos en la población silvestre, probablemente debido al desarrollo de un ciclo vital más largo de triatoma, al depender de mamíferos y aves en el ecotopo natural. Esto contrasta con la literatura donde iguales condiciones se han observado en estudios ecológicos y de control vectorial sobre *Rhodnius prolixus* de Venezuela (OPS 2003).

Los insectos domésticos fueron colectados dentro la vivienda; un grupo se colectó en el cuarto de lavado, protegidos entre las maderas de un mueble usado como depósito de enceres. Además debajo de la pila de agua, entre pilas de objetos. En otra vivienda, los insectos se colectaron en la esquina interior de una de las habitaciones, estaban protegidos por la madera y fibracel que formaba la pared de la habitación. En trabajos

Tabla II. Población y número de especímenes de *Triatoma rubida* en diferentes estadios colectados en Guaymas, Sonora

Ambientes	Estadios							Total
	NI	NII	NIII	NIV	NV	HA	MA	
Doméstico	0	1	8	5	22	6	8	50
Peridoméstico	0	2	12	17	68	8	12	120
Silvestre	0	0	5	16	28	1	1	50
Total	0	3	25	38	118	15	21	220

publicados en los que se resalta la importancia vectorial de triatominos mexicanos, *T. barberi* tiene preferencia por el interior del domicilio, en paredes directamente en contacto con las camas; *T. pallidipennis* cuando se encuentra dentro de la casa prefiere pisos y entre la ropa, aunque su principal ecótopo es el silvestre; *T. dimidiata* tiene localización en pisos, especialmente bajo las camas en el ángulo entre la pared y piso (Salazar Schettino y col.2005).

Magallón y col. (1998) describieron la presencia intradomiciliar de *T. longipennis* (32%), *T. pallidipennis* (28%) y *T. barberi* (17%) en Jalisco, México, considerando que eran atraídos por los humanos y algunos animales domésticos como perros, gatos y gallinas que son introducidos a las viviendas por sus dueños para su cuidado.

En esta investigación, aunque no fue posible coleccionar triatominos en las camas, los pobladores indicaron haber sufrido frecuentes picaduras mientras dormían, e incluso haber buscado al insecto y atraparlo entre el colchón y los barrotes de la cama, particularidad que según los pobladores, se repite cada temporada de calor.

Los insectos peridomésticos se coleccionaron en cuatro diferentes gallineros. Se encontraron entre objetos diversos, como cartón, madera y trapos. Las ninfas y adultos, de *T. rubida*, se encontraban en la cercanía de los nidos y paredes de ladrillo de bardas que servían como muro para el gallinero. Además, debajo de redes para pesca que los lugareños utilizan como malla para el gallinero. Esto es consistente con datos recabados sobre otros triatominos como *Rhodnius prolixus* que se le ha encontrado en ambiente peridoméstico asociado con pollos y palomas y madrigueras de diferentes mamíferos. *T. barberi* y *T. balssolsae* han sido asociados en el peridomicilio con aves de corral y lugares de reposo de animales domésticos (Paredes y col 2001; Ramsey y col 2003).

Luís Mazzotti en 1940, fue el primero en México en reportar dos vertebrados parasitados con *Tripanosoma cruzi*: un perro (*Canis familiares*) en el estado de Oaxaca y un armadillo (*Daisyplus novemcinctus*) en el estado de Colima. Actualmente se tienen reportes de gatos, cerdos y burros parasitados con *T. cruzi*. En esta investigación se revisaron áreas de descanso de animales domésticos como perros y gatos y aunque no se colectaron insectos en sus nidos, los pobladores refieren haber visto chinches colgadas del cuerpo de sus mascotas.

Por lo que respecta a la colecta de insectos silvestres, estos fueron colectados en cuatro nidos de *Neotoma* spp. Entre la palizada que el roedor apila para formar el montículo, también fueron colectados en las galerías de la cueva y en el material de anidación del roedor (Tabla III).

En los estados fronterizos como el nuestro, existen datos acerca de la presencia de los insectos vectores (Hemiptera: Reduviidae) infectados con *Trypanosoma cruzi*, asociados con ratas de campo, zarigüeyas, armadillos, y otros mamíferos naturalmente infectados con este protozoario. (Licon Trillo 2004). La asociación huésped-ectoparásito mejor documentada es la del complejo protracta que se restringe al suroeste de Estados Unidos y Norte de México.

Protrácta tiene siete especies (*T. protracta*, *T. peninsulares*, *T. sinaloenses*, *T. noetomae*, *T. barberi*, *T. nitida* y *T. incrassata*.) *Triatoma protracta* tiene a su vez cinco subespecies, *T. protracta zacatecensis*, *T. proctata proctata*, *T. proctata woodi*, *T. proctata navajoensis* y *T. protracta nahuatlae*. Estudios sobre protracta, han demostrado una alta especificidad y distribución geográfica por sus huéspedes que incluye a ratas de campo del género *Neotoma* spp. Lo que sugiere una coespeciación ectoparásito-huésped. Es de esperarse entonces, que *Triatoma rubida* también se asocie fuertemente a especies de *Neotoma* spp. Sin embargo, hay muy pocos trabajos hechos al respecto (Townsend y col 2002; Ryckman y col. 1965).

Tabla III. Sitios de reposo de *Triatoma rubida* doméstica, peridoméstica y

Ambiente	Sítios captura	No.	Coordenadas Altitud 50 a 108 msnm	Substrato
Doméstico	Colonia el Rastro	1	N 27°54'35.60' W 110°53'43.17'	Muebles Madera
	Colonia Yucatán	1	N 27°54'55.50' W 110°53'51.57'	
Peridoméstico	Colonia Rastro, Yucatán y Cerro Gandareño	1	N 27° 55.081' W 110° 53.971'	Gallineros
		2	N 22° 36.281' W 117° 16.758'	
		3	N29° 55.356' W 110° 54.240'	
		4	N 27° 54.651' W 110° 53.989'	
Silvestre	Monte	1	N 27° 55.347' W 110° 54. 232'	Nidos de <i>Neotoma</i>
		2	N 27° 55.818' W 110° 55.136	
		3	N 27° 55.844' W 110° 55.142'	
		4	N 27° 55.853' W 110° 55.145'	

Silvestre en Guaymas Sonora, México.

Análisis de los Hidrocarburos

Obtención de los Tiempos de Retención

El proceso de estandarización del cromatógrafo de gases permitió obtener los tiempos de retención de 14 estándares de hidrocarburos comerciales (Tabla IV).

Identificación del Perfil de Hidrocarburos Cuticulares de *Triatoma rubida*

Mediante GC se detectaron 35 componentes de *T. rubida*, sin embargo para este trabajo, solo se consideraron 14 picos mayoritarios (Figura 9). El perfil cromatografico fue similar para las tres poblaciones, y los hidrocarburos correspondieron a n-alcános con series continuas de C25, C27, C29, C31, C33, C35. Además, mediante los índices de Kovats se identificaron al C35.52, C36.00, C37.74, C37.75, C38.00, C39.41, C39.60 y C39.83, correspondiendo probablemente a isómeros ramificados de alcános.

Se estimó la ubicación de las ramificaciones metilo de estos hidrocarburos, mediante la propuesta de Katritzky *et al.* 2000. Por lo tanto, los índices de Kovats: IK3552, IK3600, IK3774, IK3775, IK3800, IK3941, IK3960 y IK3983 pudieron corresponder a los hidrocarburos que se describen en la (Tabla V).

Estos resultados, contrastan con los de Juárez y Blomquist, 1993 que al estudiar los perfiles cromatograficos de especies vectores de los géneros *Pastrongylus*, *rhodnius* y *triatoma*, encontraron cualitativamente los mismos hidrocarburos lineales C27, C29, C31 y C33.

Identificación de los Hidrocarburos Lineales

Se identificaron cinco hidrocarburos lineales en las tres poblaciones de *Triatoma rubida* tanto en hembras como en machos, que correspondieron a los cinco primeros picos seleccionados del cromatograma, ellos fueron:

Tabla IV.- Tiempo de retención de los estándares de hidrocarburos inyectados Individualmente.

Estándar	Nombre	Tiempo de retención Minutos
C19	Nonadecano	6.31
C20	Eicosano	7.18
C21	Heneicosano	8.23
C22	Docosano	9.51
C23	Tricosano	10.99
C24	Tetracosano	12.67
C25	Pentacosano	14.49
C26	Hexacosano	16.44
C28	Octacosano	20.45
C30	Tricontano	24.46
C32	Dotriacontano	28.36
C36	Hexatriacontano	35.71
C38	Octriaconato	38.78
C40	Tetracontano	41.25

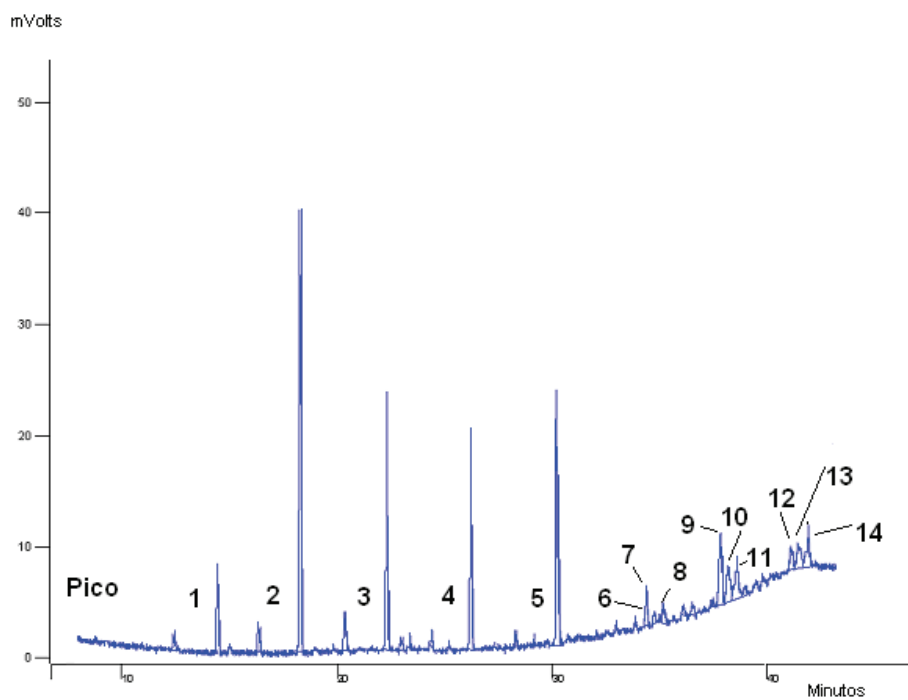


Fig. 9 Selección de 14 picos de hidrocarburos, mayoritarios en *Triatoma rubida*

Tabla V.- Hidrocarburos ramificados cualitativamente identificados, según La propuesta Katritzky *et al.* 2000

Índice de Kovats	Tipo de Hidrocarburo
3552	03 Metil Pentacontano
3600	3x Dimetil Pentacontano
3774	13,23 Dimetil Heptatriacontano
3775	15,19,23 Dimetil Heptatriacontano
3800	3x Dimetil Octariacontano
3941	xTrimetil Nonatriacontano
3960	xx Dimetil Nonatriacontano
3983	15,19, 23 Trimetil Nonatriacontano

Pentacosano, Heptacosano, Nonacosano, Hentriacontano y Tritriacontano. En el apéndice (A) se presentan los espectros de masas de cada uno de los hidrocarburos identificados. Es importante señalar, que estos cinco hidrocarburos están presentes en las tres poblaciones.

Cuantificación en por Ciento de Area de los Hidrocarburos Analizados

Se obtuvieron las cantidades relativas en por ciento de área de cada hidrocarburo lineal y ramificado analizado para cada población. En la (tabla VI), se presentan los datos para la población de *Triatoma rubida* doméstica. En el Apéndice B, se presentan las tablas de la población peridoméstica y Silvestre. Además. En la (tabla VII) se presentan las cantidades totales para hidrocarburos lineales y ramificados para cada una de las tres poblaciones de *rubida*, también se presenta el por ciento relativo del hidrocarburo mayoritario.

Mediante análisis estadístico usando la prueba t no pareada, al comparar hembras y machos para cada población, se encontró diferencia significativa entre machos y hembras domésticas para el pico IK2700. Al comparar machos y hembras peridomésticas, se encontraron diferencias significativas para el pico IK3100. Con respecto a la comparación de machos y hembras silvestres, se observaron diferencias significativas para el pico IK3100 y IK3300, además en los picos IK2500 y IK2700 (Figura10).

Tabla VI.- Por ciento relativo de Hidrocarburos Mayoritarios de *Triatoma rubida* doméstica

Pico	Hidrocarburo ^a	Índice de Kovats	Macho		Hembra	
			% ^b	S.E	%	S. E.
1	n-25	2500	6.59	2.3	5.5	2.3
2	n-27	2700	16.50 ^d	1.3	20.9 ^d	2.0
3	n-29	2900	9.33	1.2	10.8	2.0
4	n-31	3100	11.86	1.8	10.0	1.4
5	n-33	3300	14.06	2.7	12	1.8
6	n-35	3500	5.19	1.7	5.2	0.4
7	03 Metil Pentacontano	3574	2.74	0.3	2.9	0.2
8	3x Dimetil Pentacontano	3600	2.76	0.6	2.0	0.4
9	13,23 Dimetil Heptatriacontano	3752	6.55	0.2	7.4	1.0
10	15,19,23Dimetil Heptatriacontano	3775	7.07	0.8	6.8	1.3
11	3x Dimetil Octariacontano	3800	5.63	1.1	4.9	0.5
12	xTrimetil Nonatriacontano	3941	2.14	0.3	1.9	0.3
13	xx Dimetil Nonatriacontano	3960	4.79	0.8	4.5	0.9
14	15,19, 23 Trimetil Nonatriacontano	3983	4.79	1.9	5.2	0.9

a: los hidrocarburos y el número de pico, son los mismos que se reportan en la figura(9). b: Las medias fueron comparados con la prueba de t no pareada. d: Las diferencias entre

machos y hembras fue muy significativa para el pico 2700 IK ($p < 0.005$). $n = 12$ hembras y $n = 9$ macho

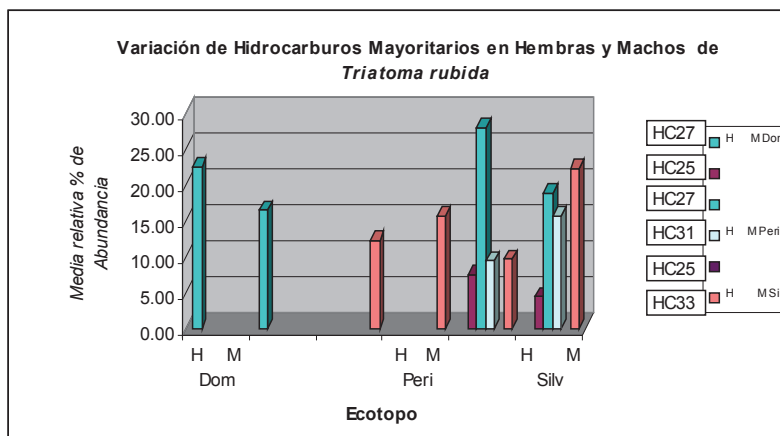
Tabla VII. Por ciento relativo de Hidrocarburos Cuticulares en cada una de las tres poblaciones de *Triatoma rubida* y el hidrocarburo mayoritario.

Población	<i>Triatoma rubida</i> Doméstica		<i>Triatoma rubida</i> Peridoméstica		<i>Triatoma rubida</i> Silvestre	
	Hembra	Macho	Hembra	Macho	Hembra	Macho
Lineal	56.76%	51.75%	76.41%	76.22%	72.11%	77.28%
Ramificado	43.24%	48.25%	23.59%	23.78%	27.89%	22.72%

Componente Mayoritario de Hidrocarburo Detectado

Hidrocarburo	Cantidad relativa		
2700	37.40%	49.64%	46.88%

Figura.-10 Variación Cuantitativa de hidrocarburos cuticulares de *T. rubida* considerando el sexo.



Las medias fueron comparadas con la prueba t no pareada.
Diferencias entre machos y hembras domésticas pico 2700 IK ($p=0.005$)

Diferencias entre machos y hembras peridomésticas pico 3100 IK ($p=0.03$)
Diferencias entre machos y hembras silvestres pico 3100 y 3300 IK
($p=0.0004$), pico 2500 y 2700 IK ($p=0.007$ y $p=0.005$)

Comparación de las Tres Poblaciones de *Triatoma rubida*

Para analizar las diferencias entre las poblaciones de rubida se usó la prueba paramétrica de análisis de varianza (ANOVA) de una vía. Cuando se compararon las tres poblaciones de hembras, se encontró significancia para la abundancia media relativa del hidrocarburo C27. La prueba post hoc de Tukey estimó las diferencias entre las tres poblaciones de hembras, encontrando diferencia significativa entre las domésticas y las silvestres ($p=0.00001$) (Tabla VIII). En la comparación de grupos de machos, también se encontraron diferencias significativas entre los machos domésticos y los machos peri domésticos en el HC27 ($p= 0.01$) y el HC29 ($p= 0.03$), mientras que al comparar los machos domésticos con los silvestres, se tuvieron diferencias significativas en el HC33 $p= (0.002)$ (Tabla IX).

Por otro lado, al comparar las poblaciones de hembras con las de machos, se observaron diferencias significativas en la población de hembras domésticas comparada con la de machos peri domésticos y silvestres en los HC 29 ($p= 0.01$), 31 ($p= 0.03$) y 33 ($p= 0.001$) (Tabla X). En tanto que la población de hembras peridomésticas, al compararse con los machos

domésticos y machos silvestres, tuvieron diferencias significativas en el HC27 ($p= 0.007$) el HC29 ($p= 0.01$) y el HC33 ($p= 0.0009$) (Tabla XI).

Finalmente, en la comparación de poblaciones de hembras silvestres vs. machos domésticos y machos peridomésticos, se observaron diferencias significativas para el HC27 ($p= 0.0001$) y en el HC29 ($p= 0.002$) (Tabla XII).

Tabla VIII.- Variación Cuantitativa de Hidrocarburos Mayoritarios Población de Hembras Domésticas, Peridomésticas y Silvestres

Índice Kovats	Hembra Dom		Hembra Silv		Hembra Peri.	
	%	S.E.	%	S.E.	%	S.E.
2700	20.9 ^a	2.0	27.88 ^a	0.8	26.64	2.6

Prueba de Tukey: ^a ($p= 0.0001$)
SE: Error estándar

Tabla IX.- Variación cuantitativa de hidrocarburos mayoritarios población de Machos Domésticos, Peridomésticos y Silvestres

Índice Kovats	Macho Dom		Macho Peri.		Macho Silv.	
	%	S.E.	%	S.E.	%	S.E.
2700	16.50 ^a	1.3	23.0 ^a	1.5	19.00	3.2
2900	9.33 ^b	1.2	15.29 ^b	0.9	12.82	1.6
3300	14.06 ^c	2.7	15.72	1.3	22.29 ^c	1.7

Prueba de Tukey: Contraste ^a (p= 0.01) ^b (p= 0.03) ^c (p= 0.02)
SE: Error estándar

Tabla X.- Variación cuantitativa de hidrocarburos mayoritarios población hembra doméstica vs macho peridoméstico y macho silvestre

Índice Kovats	Hembra Dom		Macho Peri.		Macho silv.	
	%	S.E.	%	S.E.	%	S.E.
2900	9.10 ^a	1.2	15.29 ^a	0.9	12.82	1.6
3100	10.0 ^b	1.4	14.08	0.7	15.69 ^b	1.2
3300	12.0 ^c	2.7	15.72	1.3	22.29 ^c	1.7

Prueba de Tukey: Contraste ^a (p= 0.01) ^b (p= 0.03) ^c (p= 0.001)
SE: Error estándar

Tabla XI.- Variación cuantitativa de hidrocarburos mayoritarios población hembra peridoméstica vs macho doméstico y macho silvestre.

Índice Kovats	Hembra Peridomestica		Macho Dom.		Macho silv.	
	%	S.E.	%	S.E.	%	S.E.
2700	26.64 ^a	2.6	16.50 ^a	1.3	12.82	1.6
2900	16.10 ^b	1.9	9.33 ^b	1.2	15.69	1.2
3300	12.29 ^c	1.7	14.06	2.7	22.29 ^c	1.7

Prueba de Tukey: Contraste ^a (p= 0.007) ^b (p= 0.01) ^c (p= 0.009)
SE: Error estándar

Tabla XII.- Variación cuantitativa de hidrocarburos mayoritarios población hembra silvestre vs macho doméstico y macho peridoméstico

Índice Kovats	Hembra Silvestre		Macho Dom.		Macho Peri.	
	%	S.E.	%	S.E.	%	S.E.
2700	27.88 ^a	0.8	16.50 ^a	1.3	23.00 ^a	1.5
2900	13.83 ^b	0.8	9.33 ^b	1.2	15.29	0.9

Prueba de Tukey: Contraste ^a (p= 0.0001) ^b (p= 0.002)
SE: Error estándar

Población doméstica

El análisis de la CG-MS, mostró que en la población de *Triatoma rubida*, prevalecieron cadenas impares de HC, y fueron predominantes el C27, C29, C31 y C33 que juntos representaron el 56.8% de HC en hembras y 51.8 % para los machos. Los hidrocarburos ramificados representaron un 32.4% en machos y 36.5% en hembras, del total de hidrocarburos. La cantidad relativa del hidrocarburo mayoritario pentacosano fue de 37.40%. Las características del cromatograma típico de hembras y machos domésticos, mostró que los perfiles cromatográficos de los hidrocarburos cuticulares en *Triatoma rubida* doméstica, fueron cualitativamente muy similares para ambos sexos. Sin embargo sus cantidades relativas fueron diferentes, como se demuestra en el hidrocarburo pentacosano, donde la hembra presento un 20.9% y el macho un 16.50%

Basados en la comparación visual de los perfiles cromatográficos de *rubida* doméstica, la identificación de cinco de sus hidrocarburos lineales por

espectrometría de masas y al análisis estadístico al comparar las medias relativas entre sexos (Remítase a figura 10), podemos sugerir como perfil típico de *Triatoma rubida* doméstica el descrito en la (Figura 11), Apéndice (C)

Al comparar el perfil de hidrocarburos obtenido para la población de *rubida* doméstica, con estudios de otros triatominos, se puede ver una clara diferenciación de especies. Por ejemplo, la literatura reporta que *T. barberi*, uno de los triatominos domiciliados, considerado como buen transmisor de la enfermedad de Chagas en México, posee alcanos mayoritarios como C29, C31 junto con el C33 y C27 respectivamente y la mayoría de sus componentes ramificados corresponden a mono, di y trimetil del C33, C35 y C37. (Juárez *et al.* 2002)

Por otro lado, *T. dimidiata*, considerado uno de los triatominos domésticos mas importantes en México, presenta un perfil de hidrocarburos cuticulares, dado por cadenas de hidrocarburos saturados que van del C22 hasta el C35. De ellos prevalecen las cadenas impares como C31 seguido de C29, C27 y C33 y pequeñas cantidades del hidrocarburo C22 y C30. Posee también alcanos ramificados, la mayoría mezclas de diferentes isómeros mono, di y trimetil en sus cadenas internas (Juárez *et al.* 2002).

Triatoma longipennis insecto perteneciente al complejo Phyllosoma, y ampliamente distribuido en el territorio nacional particularmente en el Centro y Sur de México, considerado un triatoma con alto grado de domiciliación, posee un perfil de hidrocarburos saturados que van del C23, C25, C27, C29, C31 y C33, siendo el C29 mayoritario en un (16%) (Magallón-Gastélum 1998, Paredes y col. Datos no publicados).

Población Peridoméstica

El análisis de la CG-MS, mostró que los perfiles cromatográficos de los HC en *Triatoma rubida* peridoméstica, son cualitativamente muy similares para ambos sexos. Igual que en la población doméstica, correspondieron a n-alcános con series continuas de C25, C27, C29, C31, C33, C35. Además, se identificaron al C35.52, C36.00, C37.74, C37.75, C38.00, C39.41, C39.60 y C39.83, correspondiendo probablemente a isómeros ramificados de alcános. Se estimó la ubicación de las ramificaciones metilo de estos HC, mediante la propuesta de Katritzky et al. 2000. La propuesta permitió estimar que los hidrocarburos IK3552, IK3600, IK3774, IK3775, IK3800, IK3941, IK3960 y IK3983 corresponden a los mismos hidrocarburos identificados en la población doméstica.

Para esta población, prevalecieron cadenas impares predominantemente el C27, C29, C31 y C33 que juntos representaron el 76.41% del por ciento relativo en hembras y el 76.22 % para los machos. La cantidad relativa total de hidrocarburos ramificados en machos y en hembras, fue de 23.59% y 23.78% respectivamente. La cantidad relativa del hidrocarburo mayoritario pentacosano, fue de 49.64%.

Basados en la comparación visual de los perfiles cromatográficos de *rubida* peridoméstica, a su identificación por espectometría de masas y al análisis estadístico al comparar las medias relativas entre sexos. Expuesto en figura 11, podemos sugerir como perfil típico de *Triatoma rubida* peridoméstica al descrito en la (Figura 12), Apéndice (C).

Población Silvestre

El análisis de la CG-MS mostró que los HC de *Triatoma rubida* silvestre, son cualitativamente muy similares para ambos sexos. Esos HC correspondieron a n-alcános con series continuas de C25, C27, C29, C31, C33, C35. Además, se identificaron al C35.52, C36.00, C37.74, C37.75, C38.00, C39.41, C39.60 y C39.83, que probablemente son isómeros ramificados de alcános. Mediante la propuesta de Katritzky *et al.* 2000 se estimó la ubicación de las ramificaciones metilo para los hidrocarburos

identificados, resultando cualitativamente iguales a las dos poblaciones anteriores.

En esta población prevalecieron cadenas impares, predominantemente el C27, C29, C31 y C33 que juntos representaron el 72.1% del por ciento relativo en hembras y el 72.3 % para los machos. La cantidad relativa total de hidrocarburos ramificados en machos y en hembras, fue de 27.9% y 22.7% respectivamente. La cantidad relativa del hidrocarburo mayoritario pentacosano fue de 46.88%. El hidrocarburo pentacosano de hembras, estuvo presente en un 27.88% con respecto a los machos que presentaron un 19%, de igual manera el hidrocarburo hentriacontano, estuvo en un 15.59% en machos con respecto a un 9.41% de las hembras. De igual forma, hubo diferencias en el hidrocarburo tritriacontano de hembras 9.61% con respecto a un 22.29% en los machos.

En base a la comparación visual de los perfiles cromatográficos de rubida silvestre, a su identificación por espectrometría de masas y al análisis estadístico al comparar las medias relativas entre sexos expuesto en figura 10, Se puede sugerir como perfil típico de *Triatoma rubida* silvestre al descrito en la (Figura 13), Apéndice (C)

Juárez *et al* 2000, sugirieron que las diferencias cuantitativas más que las cualitativas apoyan la idea de que los hidrocarburos cuticulares representan características primitivas para los Triatomas. Por ejemplo, estudiando las tribus *Rhodnius* y *triatomini*, encontro pocos rasgos comunes entre ellos, sin embargo convergen en sus hábitos hematófagos, aun cuando proceden de muy diferentes hábitats. Esto los condujo a sugerir que el perfil de HC, obedece a una base ancestral puesta por la selección, favoreciendo la presencia de ciertos hidrocarburos asociados con condiciones de hábitats secos y ecótopos húmedos como el de Guaymas.

Por lo tanto, especies de triatominos de regiones secas, presentan sus perfiles cuticulares más abundantes y complejos que sus congéneres de regiones húmedas. Entre *Triatoma* por ejemplo, *T. brasiliensis* y *T.*

pseudomaculata de regiones áridas del noreste de Brasil, presentan un perfil más complejo que *T. infestans* de regiones menos secas del centro de Brasil y Argentina. Y las tres especies mencionadas presentan mayor complejidad si se comparan con *T. bimaclata* y *T. vitticeps* de regiones costeras. Juárez *et al* 2000.

En México por ejemplo, *T. barberi* que habita en regiones secas, presenta un modelo de HC más complejo. La superficie de *Dipetalogaster maximus* colectado de Baja California Sur, presenta abundantes y más largas cadenas saturadas y constituyen de 60% a 67.8% del total de la mezcla de hidrocarburos para hembras y machos respectivamente. De tal forma que la relativa abundancia de n-alcenos puede ser relacionada a la exposición de condiciones adversas. (Calderón *et al.* 2005)

CONCLUSIONES

El éxito de cualquier campaña que se emprenda para controlar a un vector de enfermedades, se mide en la amplitud del conocimiento que se tenga del mismo. La vulnerabilidad del vector depende de conocer lo más íntimo de su biología, comportamiento y entorno. Este estudio aporta conocimiento básico sobre los lípidos cuticulares de *Triatoma rubida* que sintetiza el insecto para su sobrevivencia respondiendo a una diversa gama de influencias provenientes de tres ecótopos importantes como son el doméstico, peridoméstico y silvestre.

En la medida que seamos capaces de reconocer la importancia de *Triatoma rubida* como vector eficiente de *Trypanosoma cruzi* en nuestro medio, y comprender su adaptación a los ambientes doméstico y peridoméstico, será factible mejorar el control del vector, identificar con mayor oportunidad casos de la enfermedad y localizar las áreas de alto

riesgo. Un punto central en el conocimiento de *T. rubida* es identificar no solo su perfil de hidrocarburos cuticulares, sino también desarrollar investigación básica sobre aspectos morfométricos, moleculares y genéticos de la especie, que ayuden en el futuro a su control.

1. Los hallazgos del presente estudio corroboran que *Triatoma rubida* presenta un perfil de hidrocarburos cuticulares único y muy diferente al de *Triatoma barberi*, *Triatoma dimidiata* y *Dipetalogaster Maximus*, especies consideradas como buenos transmisores de *Trypanosoma cruzi* en México.
2. No se identificó un perfil característico en los hidrocarburos cuticulares encontrados en la población colectada de hembras y machos de *Triatoma rubida*
3. El perfil de hidrocarburos cuticulares de las poblaciones doméstica, peridoméstica y silvestre de *Triatoma rubida*, son cualitativamente parecidos; sin embargo, se identificaron diferencias cuantitativas significativas, por lo que es posible afirmar que se pueden establecer distinciones entre las poblaciones.
4. El perfil de hidrocarburos cuticulares identificado en este estudio puede ser usado como una herramienta quimiotaxonómica confiable para identificar poblaciones de *T. rubida*, si se considera la expresión de hidrocarburos como el fenotipo químico propio del vector que responde a factores ambientales y biológicos del insecto.

RECOMENDACIONES

A) Técnicas

La cromatografía de gases-espectrometría de masas (CGC), exige una inversión inicial y costos de mantenimiento elevados, de tal manera que se requiere tener un buen soporte financiero. Cuando se aplica al análisis de hidrocarburos cuticulares de insectos, requiere estándares comerciales y reactivos de alta pureza, sin considerar el gasto en insumos como viales y micro jeringas, esto debe ser considerado cuidadosamente antes de iniciar cualquier proyecto de investigación semejante a este.

Adicionalmente, las técnicas preparatorias de la muestra extraída de los insectos, sean de alas o cuerpo entero, requieren el uso de columnas de

separación estandarizadas, así como el uso de nitrógeno como gas evaporador.

B) Metodológicas

El reto a vencer cuando se trabaja en campo, en la colecta de triatominos, es ganar la credibilidad de las personas, particularmente las amas de casa. Es enormemente difícil convencer que las personas permitan ingresar a la vivienda y hurgar materialmente su hogar. De modo que recomendamos que se establezcan líneas formales de cooperación con las autoridades municipales y de la Secretaría de Salud en la localidad.

El desconocimiento tanto de los profesionales de la salud como de la comunidad, sobre aspectos básicos del vector y su importancia médica, son dos puntos cruciales que repercuten no solo en la investigación sino también en el ciclo de transmisión de la enfermedad. La estrategia a seguir debe ser coordinar esfuerzos con dependencias encargadas de la vigilancia vectorial en la comunidad.

Dadas las características biológicas del vector y la topografía del terreno, es imperioso educar a la comunidad con información simple y clara sobre la enfermedad de Chagas, ya que son los propios pobladores quienes pueden coleccionar y alertar sobre el vector en forma continua.

C) Políticas de Salud

Para comprender los aspectos primarios de la transmisión vectorial de la enfermedad de Chagas es esencial apoyar la investigación básica. Debido al relativo escaso conocimiento que existe en Sonora acerca de las poblaciones silvestres, peridomiciliarias y domésticas de *Triatoma rubida*, así como su vinculación con elementos bióticos y abióticos del entorno en donde viven, y que dan sustento a su participación como transmisor eficiente de *Trypanosoma cruzi*, la investigación clínica, epidemiológica y entomológica

debe ser prioridad, no solo en áreas endémicas como Guaymas, sino también en comunidades donde el vector se presente.

Es muy conveniente que exista una mayor coordinación entre las instituciones de salud, las universidades donde se hace investigación sobre estos vectores y los sectores sociales involucrados. De esta forma, es posible que se elaboren proyectos de intervención e investigación conjuntos para educar, prevenir y controlar al vector y tener un mejor conocimiento acerca de la prevalencia de la enfermedad de Chagas.

Si consideramos que los hidrocarburos cuticulares de los insectos, juegan diversos roles como barrera en contra de la pérdida de agua, protección contra agentes físicos, químicos y biológicos, participan en la comunicación química y reproductiva del triatoma, intervienen en el reconocimiento de la especie, entonces resulta útil conocer el perfil de hidrocarburos cuticulares de *Triatoma rubida*. Este conocimiento abre la posibilidad de identificar por quimiotaxonomía a la especie, estudiar su variabilidad intraespecífica, utilizarlos como un marcador bioquímico para estudiar su variación poblacional, identificar feromonas sexuales para usarlas como atrayentes (trampas) y estudiar la acción de hongos entomopatógenos como estrategia de probable control biológico.

BIBLIOGRAFÍA

- Barrera Pérez Mario A. 2003. Dinámica Poblacional de *Triatoma dimidiata* Vector de la Enfermedad de Chagas, en la Península de Yucatán, México. Tesis, Universidad de Colima, pp. 11-13
- Cáceres Lázaro Abraham G. 2005. Manual de procedimientos de Identificación de Triatominos (Hemiptera: Reduviidae) del Perú. Instituto Nacional de Salud Lima. Norma Técnica No. 4, pp. 7-25
- Calderón Fernández y col. 2005. Intraespecific Variability in *Triatoma dimidiata* (Hemiptera:Reduviidae) Population from Guatemala Base

don Chemical and Morphometric Analysis. J. Med. Entomol. No. 42, Vol 1 pp. 29-35

Calderón Fernández y col., 2005. Cuticular Hydrocarbon Variability Among *Triatoma dimidiata* (Hemiptera:Reduviidae) Population from Mexico and Guatemala. J. Med. Entomol. No. 42, Vol 5 pp. 780-788

Carcavallo y col., 1999. Atlas of Chagas Disease Vectors in the Americas. Oswaldo Cruz Foundation. Vol. II, pp. 931 a 934.

Carcavallo y col., 1999. Atlas of Chagas Disease Vectors in the Americas. Oswaldo Cruz Foundation. Vol. III, pp. 931 a 934.

CDC Centers for Disease Control and Prevention. Chagas Disease Fact Sheet .http://www.cdc.gov/NCIDOD/dpd/parasites/chagasdisease/factsht_chagas_disease.htm

Claudiney Biral Dos Santos y col. 2005. Peridomiciliary Colonies of *Triatoma vitticeps* (Stal, 1859) (Hemiptera, Reduviidae, Triatominae) infected with *Trypanosoma cruzi* in rural areas of the state of Espírito Santo, Brazil. Mem Inst Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro Vol. 100, No.5, pp. 471-473

Cobian Francisco., 2006. Epidemiólogo de la SSA de Guaymas Sonora. Comunicación personal.

CONAGUA. 2007 Comisión Nacional del Agua. Registro Anual de Temperaturas Período 1980-2004
<http://smn.cna.gob.mx/productos/map>

Cortés Luís Alberto y Suárez Alberto Henry 2005., Triatominos (Reduviidae Triatominae) en un Foco de la Enfermedad de Chagas en Talaigua Nuevo (Bolívar Colombia) Biomédica. No. 25, pp. 568-74

- Cruz Reyes Alejandro y col., 2005. Base de Datos CHAGMEX 1928-2004. Instituto de Biología UNAM e Instituto de Cardiología Ignacio Chávez pp. 1-14
- Cruz Reyes Alejandro, Pickering-López M. J. 2006. Chagas Disease In Mexico: an análisis of geographical distribution during the past 76 years – A Review. Mem Inst Oswaldo Cruz, Rió de Janeiro. Vol. 101 No. 4, pp 345-354
- Chávez Julio, 2006. Contribución al Estudio de los Triatominos del Perú: Distribución Geográfica, Nomenclatura y Notas Taxonómicas An Fac Med Lima Vol. 67, No. 1; pp. 65-76
- Dias-Lima Artur, Sherlock A. Italo 2000. Sylvatic Vector Invading Houses and The Risk of Emergente of Cases of Chagas Disease in Salvador, State of Bahia, Northeast Brazil. Mem Inst Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro. Vol 95, No. 5, pp 611-613
- Dumointeil Eric, 1999. Update on Chagas Disease in Mexico. Salud Pública de México. Vol. 41, No. 4, pp. 322-327
- Guhl Felipe y col., 2000. Fourth Internacional Workshop on Population Genetic and Control of Triatominae. Cartagena Colombia. pp. 25-32
- Guzman Bracho Carmen, 2001. Epidemiology of Chagas Disease in México: an Update. Trends in Parasitology Vol. 17 No. 8, pp. 372-376
- INDRE Instituto Nacional de Diagnóstico y Referencia Epidemiológica. 1999. Segundo Taller Internacional sobre Genética Poblacional y Control de Triatomineos. pp. 86-88.
- INIBIOLP, 2002. Laboratorio de Farmacognosia y Productos Naturales. Departamento de Química Orgánica. La Plata, Argentina. pp. 1-5

- INIBIOLP, 2003. Bioquímica y Biología Molecular de Insectos. Aplicación al Control de Plagas. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. La Plata, Argentina. pp. 11-19
- Huerta Ortega José, 2005. Coordinador de Salud Pública IMSS Ciudad Obregón Sonora. Comunicación Personal
- Juárez Patricia y Brenner, 1984. The Epicuticular Lipids of *Triatoma Infestans* Glycerides. Comp Biochem Physiol Vol. 78B, No. 2, pp. 427-431
- Juárez Patricia y Blomquist Garay J., 1993. Cuticular hydrocarbons of *Triatoma infestans* and *T. mazzotti*. Com. Biochem Physiol Vol 106B, No. 3, pp. 667-674
- Juárez Patricia y col., 2002. Cuticular hydrocarbons of Chagas Disease Vectors in Mexico. Mem Inst Oswaldo Cruz. Vol. 97 No. 6, pp 819-827
- Juárez Patricia y col., 2004. Hidrocarburos del complejo sordida. Aplicaciones en Taxonomía Química. Encuentro Regional "Avances en la Vigilancia de la Enfermedad de Chagas en el Cono sur" Asunción Paraguay
- Katritzky A.R. Chen K; Maran U. Carlson D. A. QSPR Correlation and predictions of GC retention Index for methyl-branched hydrocarbons produced by insect. Analytical Chemistry (2000), 71(1), 101-9
- Kenneth H. Lockey 1988. Lipids of the insect cuticle: origin, composition and function. Journal Biochem. Physiol. Vol. 89B, No. 4, pp. 595-645
- Lajevardi Taraneh 2005. Unusual Degradation Pathway of Pheromone Odorants in Gypsy Moth. Thesis of Master Degree, Simon Fraser University, pp. 5-8

- Lauricella A. Marta y col., 2005. Distribution and Pathogenicity of *Trypanosoma cruzi* isolated From Peridomestic population of *Triatoma infestans* and *Triatoma guayasana* from Rural Western Argentina. Mem Inst Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro. Vol 100., No. 2, pp. 123-129
- Lent and Wygodzinsky., 1979. Revision of the Triatominae (Hemiptera, Reduviidae), and Their Significance as Vectors of Chagas Disease. American Museum of Natural History. Vol. 163 No. 3, pp. 309-313
- Licon Trillo Angel 2006. Infección de *Triatoma recurva* por *Trypanosoma cruzi* en un Campamento Minero de Urique, Chihuahua México. Revista Salud Pública Nutrición, Universidad Autónoma de Nuevo León Vol. 7, No. 3, pp. 1-6
- M. Canale Delmi y Stariolo L. Raúl 2002. Taller de Actualización Sobre Vectores de la Enfermedad de Chagas. Coordinación Nacional de Control de Vectores, Argentina. pp 5-11
- Magallón Gastélum Ezequiel y col., 1998. Distribución de los Vectores de la Enfermedad de Chagas (Hemiptera, Reduviidae Triatominae), en el Estado de Jalisco México. Rev Biomed No. 9, pp. 151-157
- Márquez Martín Enrique, 2006. Epidemiólogo del IMSS Guaymas Sonora. Communication personal.
- Martínez Ibarra A y col., 2005. Development of *Triatoma rubida sonoriana*, *Triatoma Barberi* and *Meccus Mazzotti* (Heteroptera, reduviidae) Under Laboratory Conditions. Journal of American Mosquito Control Association. Vol. 21 No. 3, pp. 310-315.
- Martínez Sánchez Luís Rene, 2005. Departamento de Medicina Nuclear del IMSS, Ciudad Obregón Sonora. Comunicación personal

- OMS Organización Mundial de la Salud 1991. Control de la Enfermedad de Chagas. Informe Técnico 811, Ginebra Suiza. pp. 15-33
- OPS Organización Panamericana de la Salud, 1999. Primer Encuentro Internacional Sobre Enfermedad de Chagas en México. Universidad Simón Bolívar, México D.F. pp. 120 a 128
- OPS Organización Panamericana de la Salud, 2003. Iniciativa de los Países de Centro América para la Interrupción de la Transmisión Vectorial y Transfusional de la Enfermedad de Chagas. Guatemala, Guatemala pp. 22 a 24
- Palencia Luís y Montañó A. Emilio, 1959. Un Nuevo Caso de Tripanosomiasis en México. Rev. Médica de la Facultad de Medicina UNAM. Vol. 1 No. 11, pp. 737-739
- Palencia Luís y Julia Z. Jordi, 1960. Triatomas Transmisores de Tripanosomiasis en Guaymas. Rev. de la Facultad de Medicina. UNAM. Vol.2, No. 7, pp. 493-497
- Paredes y col., 2001. Vectorial Importance of Triatominae Bugs (Hemiptera: Reduviidae) in Guaymas, México. Rev Latinoamericana de Microbiología. Vol. 43 No. 3, pp. 119-122
- Paredes-González E. y col., Biology of *Triatoma rubida sonora* (Hemiptera:Reduviidae) Under Laboratory Conditions. Pan-Pacific Entomologist, In press.
- Paterson J. S y col. 2001. Population Morphometric analysis of the tropicopolitan bug triatoma rubrofasciata and relationship with old

world species of triatoma :evidence of New world ancestry. Medical and Veterinary Entomology No. 15 pp. 443-451

Pérez Rubén y col. 2003 Citotaxonomía y Evolución Cromosómica en Triatominae, insectos vectores de la enfermedad de Chagas (Hemiptera-Reduviidae). Entomol Vect Vol. 10, No. 4, pp 543-550.

Pieri Damborsky Miryam, Bar Esther Maria y Oscherow Beariz Elena; 2001. Detección de Triatomineos (Hemiptera: Reduviidae) en Ambientes Domésticos y Extradomésticos, Corrientes Argentina. Cad Saúde Pública, Rio Janeiro. Vol. 17, No. 4, pp. 643-649

Ryckman y col., 1960. Paratriatoma From Mailand of México. Pan-Pacific Entomologist. Vol. 35, No. 4, pp. 197-198

Ramsey y col., 2003. Iniciativa Para la Vigilancia y Control de la Enfermedad de Chagas en la República Mexicana. Instituto Nacional de Salud Pública. pp. 161-187

Rodríguez Domínguez José, 2002. Las Enfermedades Transmitidas por Vectores en México. Revista de la Facultad de Medicina de la UNAM. Vol. 45, No. 3, pp.137-140.

Rodríguez Mary Eva y col. 2004. Tripanosomiasis Americana Aspectos Teóricos. Curso Latinoamericano Sobre Enfermedades Infecciosas. Instituto de Biomedicina, UCV. Caracas, Venezuela. Resumen pp. 4-6

Salazar-Schettino María Paz , 1997. First Case of Natural Infection in Pigs. Review of tripanosoma cruzi Reservoirs in Mexico. Mem Inst Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, Vol. 92 No. 4, pp. 499-502

- Salazar Schettino M. Paz y col 2005 Tres Especies de Triatominos y su Importancia como Vectores de *Trypanosoma cruzi* en México. Medicina No. 65, pp. 63-69
- Segura L. Elsa 2003. Mitos y Realidades de la Utilización de Sangre Segura para las Transfusiones. Gas Méd Méx Volumen 139, Suplemento No 3, pp. 78-79
- Schofield y col.,1998. Second Internacional Workshop on Population Genetic and Control of Triatominae. Tegucigalpa Honduras. pp. 63-64
- Schofield y col.,1995. Internacional Workshop on Population Genetic and Control of Triatominae. Colorados Ecuador pp. 28-68
- Schofield y col.,1999. The Process of Domestication in Triatominae. Mem Inst Oswaldo Cruz, Vol. 94 Suppl. 1 pp. 375-378
- Townsend Peterson A. y col., 2002. Ecological Niches Modeling and Potencial Reservoirs for Chagas Disease, Mexico. Emerging Infectious Diseases. Vol. 8, No. 7
- Tay J, Sanchez-Vega JT, Robert-Guerrero L, Alonso-Guerrero T, Romero Cabello R., 1996. Nuevas Localidades con Triatominos Infeccionados por *Trypanosoma cruzi* en la República Mexicana. Biol Chil Parasitol Vol. 51, pp 49-53
- TDR/SWG/VEC, 2002. Report of the Scientific Working Group on Insect Vectors and Human Health. Geneva pp. 23-25
- UNLP, 2003. Bioquímica y Biología Molecular de Insectos Aplicación al Control de Plagas. Curso de Post-Graduados, Universidad Nacional De La Plata, Argentina. pp. 1-36

Vidal-Acosta V, Ibañez-Bernal S, Martínez-Campos C., 2000. Infección Natural de Chinchas Triatominae con *Tripanosoma cruzi* Asociadas a la Vivienda Humana en México. Salud Pública de México. No. 42, pp. 496-503

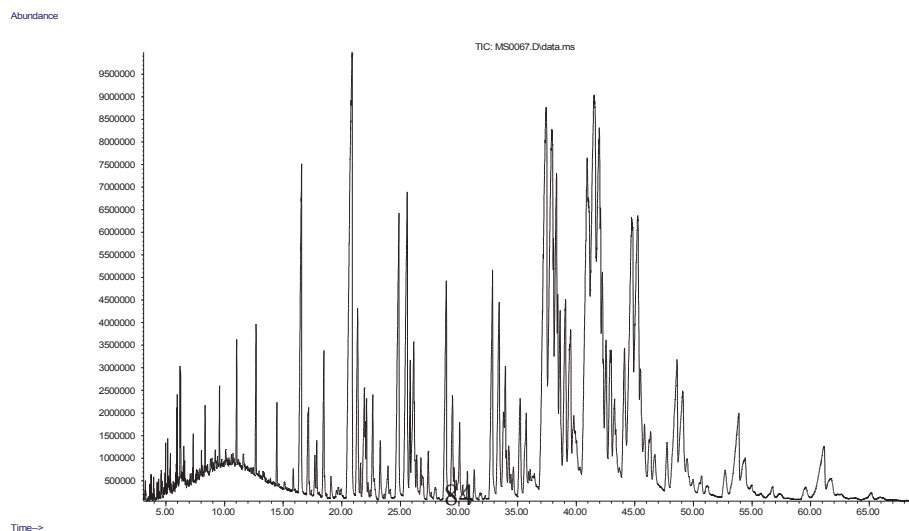
Villegas-García y col., 2004. Role of *Meccus pallidipenis* Stal, 1872 in the Transmisión of *Tripanosoma cruzi* to man in the State of Morelos, Central Mexico. Vol. 11 No. 2, pp 354-359

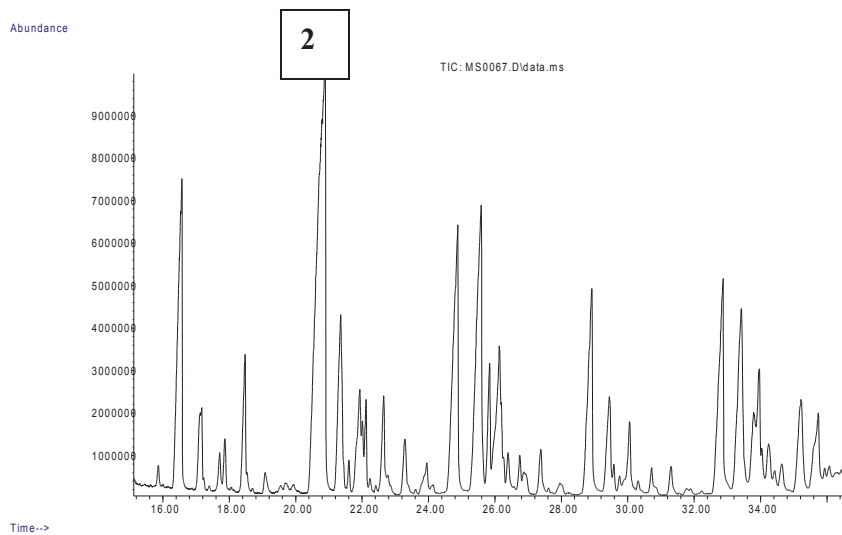
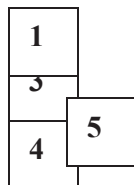
W. Stanley-Samuelson David and Nelson R. Dennis, 1993. Insect Lipids, Chemistry, Biochemistry and Biology. University Of Nebraska-Lincoln. pp. 178-213

Zarate, L. G., Zarate R. J., 1985. Checklist of the Triatominae (Hemiptera: Reduviidae) of Mexico. Int J Entomol Vol.27, pp. 102-127

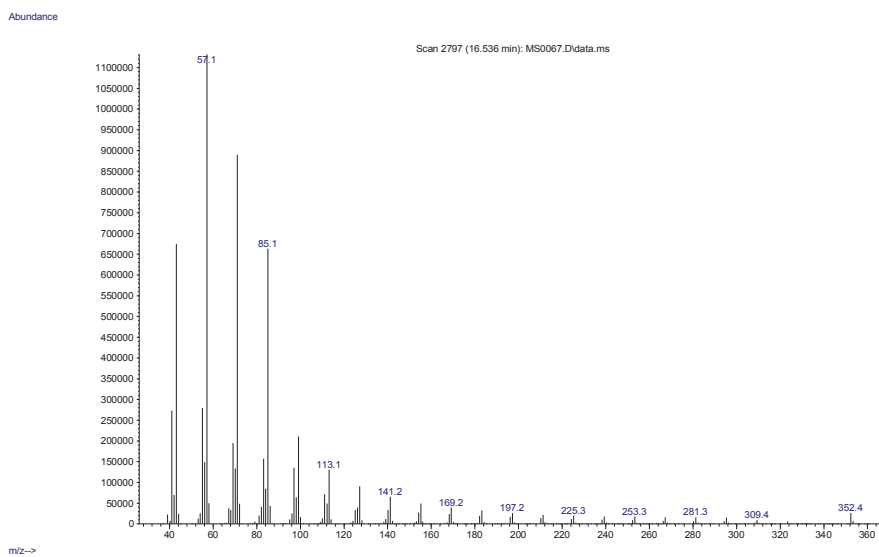
Apéndice (A): Cromatograma de Iones Totales (CIT) Típico de *Triatoma rubida* y Espectros de Masas de Hidrocarburos Lineales Confirmados

Cromatograma Ionico Total de *Triatoma rubida*

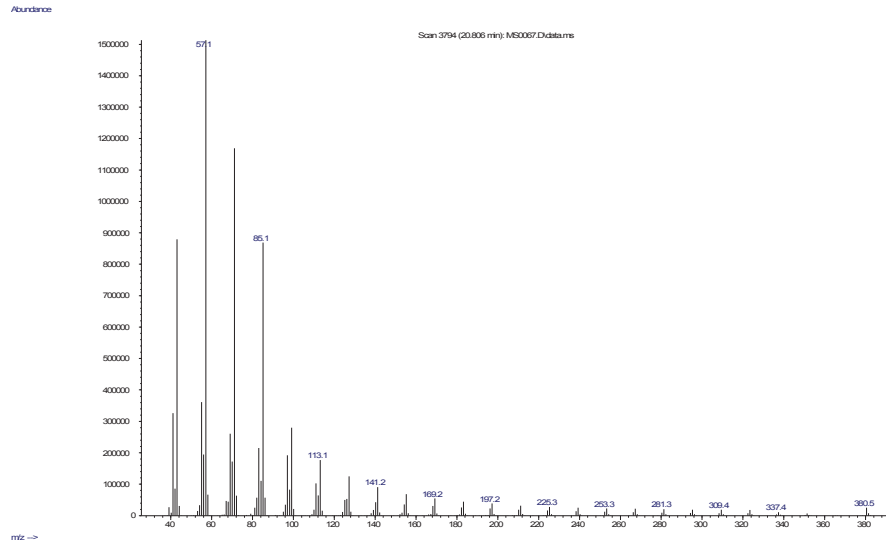




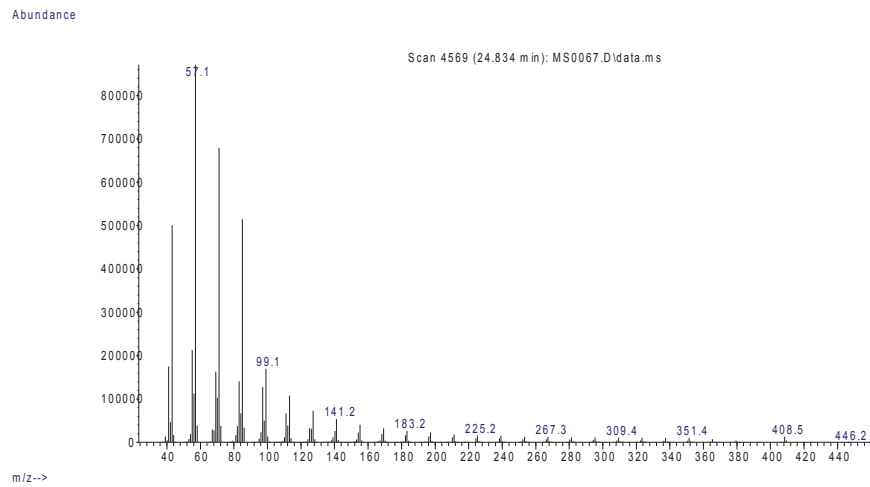
Pico 1: Pentacosano (n-25)



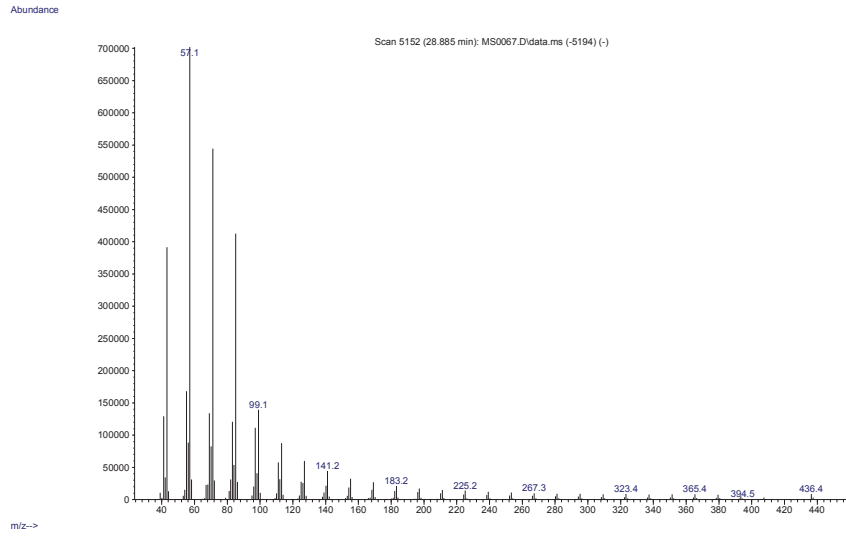
Pico 2: Heptacosano (n-27)



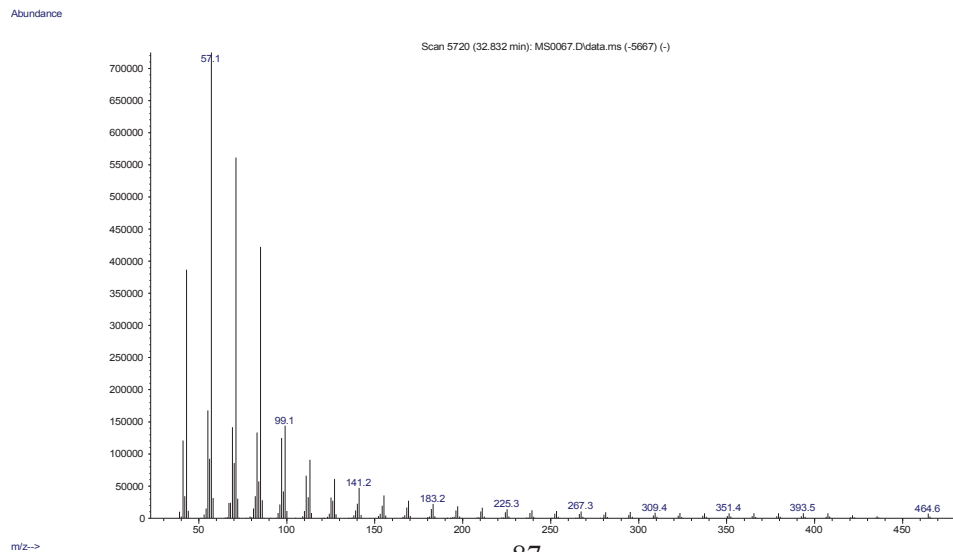
Pico 3: Nonacosano (n-29)



Pico 4: Hentriacontano (n- 31)



Pico 5: Tritriacontano (n- 33)



Apéndice (B): Por Ciento Relativo de Hidrocarburos Lineales y Ramificados Para la Población Peridoméstica y Población Silvestre.

Por ciento de Hidrocarburos Mayoritarios de *Triatoma rubida* Peridoméstica

Pico	Hidrocarburo ^a	Índice de Kovats	Macho		Hembra	
			% ^b	S.E	%	S. E.
1	n-25	2500	5.54	1.3	6.18	1.0
2	n-27	2700	23.00	1.5	26.64	2.6
3	n-29	2900	15.29	0.9	16.10	1.9
4	n-31	3100	14.08	0.7	12.17	2.3
5	n-33	3300	15.72	1.3	12.29	1.7
6	n-35	3500	2.59	1.3	3.03	0.5
7	03 Metil Pentacontano	3574	1.84	1.0	2.00	0.3
8	3x Dimetil Pentacontano	3600	1.70	0.5	1.4	0.3
9	13,23 Dimetil Heptatriacontano	3752	5.77	0.3	6.00	0.3
10	15,19,23Dimetil Heptatriacontano	3775	4.13	1.0	4.04	1.4

11	3x Dimetil Octatriacontano	3800	3.38	0.6	3.00	1.6
12	xTrimetil Nonatriacontano	3941	1.90	0.2	1.70	1.2
13	xx Dimetil Nonatriacontano	3960	3.18	0.6	3.00	1.1
14	15,19, 23 Trimetil Nonatriacontano	3983	3.07	0.7	3.00	2.2

a: los hidrocarburos y el número de pico, son los mismos que se reportan en la figura(9). b: Las medias fueron comparados con la prueba de t no pareada. Las diferencias entre machos y hembras, fue significativa para el pico 3300 IK ($p < 0.03$). n= 9 hembras y n= 12 machos
Por ciento de Hidrocarburos Mayoritarios de *Triatoma rubida* Silvestre

Pico	Hidrocarburo ^a	Índice de Kovats	Macho		Hembra	
			% ^b	S.E	%	S. E.
1	n-25	2500	4.50	0.9	7.56	0.9
2	n-27	2700	19.00	3.2	27.88	0.8
3	n-29	2900	12.82	1.6	13.83	0.8
4	n-31	3100	15.69	1.2	9.41	0.9
5	n-33	3300	22.29	1.7	9.61	0.6
6	n-35	3500	2.98	0.3	3.82	0.5
7	03 Metil Pentacontano	3574	1.55	0.3	1.81	0.3
8	3x Dimetil Pentacontano	3600	1.53	0.1	1.47	0.3
9	13,23 Dimetil Heptatriacontano	3752	5.61	0.9	7.73	1.2
10	15,19,23 Dimetil Heptatriacontano	3775	4.84	2.7	4.73	1.2
11	3x Dimetil Octatriacontano	3800	3.02	1.3	4.00	0.2

12	x Trimetil Nonatriacontano	3941	1.96	0.3	2.22	0.6
13	xx Dimetil Nonatriacontano	3960	3.16	0.9	3.57	0.8
14	15,19, 23 Trimetil Nonatriacontano	3983	2.56	2.2	3.50	0.9

a: los hidrocarburos y el número de pico, son los mismos que se reportan en la figura(9). b: Las medias fueron comparados con la prueba de t no pareada. Las diferencias entre los machos y hembras fue extremadamente significativa para el pico 3100 y 3300 IK ($p < 0.0004$ y $p < 0.0002$) respectivamente, muy significativa para 2500, y 2700 IK ($p < 0.007$ y $p < 0.005$) respectivamente. $n = 12$ hembras y $n = 9$ machos

Apéndice (C): Cromatogramas Propuestos Para Cada una de las Poblaciones de *Triatoma rubida*

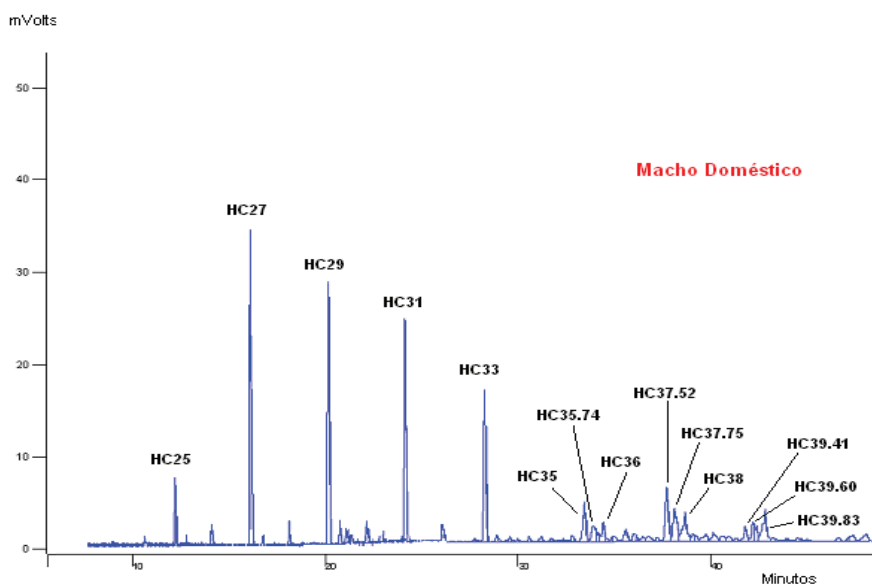
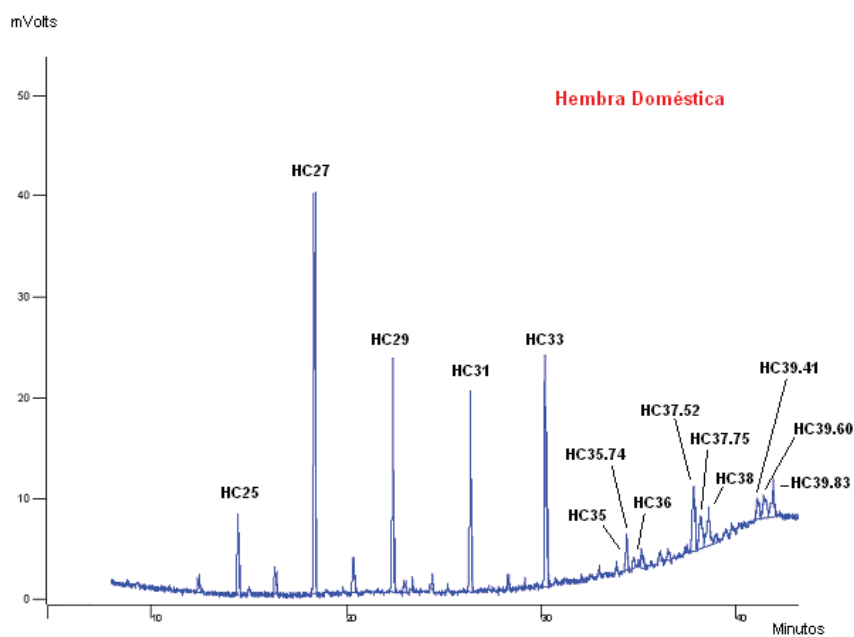


Fig.-11 Cromatograma Típico de Hembra y Macho doméstico de *Triatoma rubida*

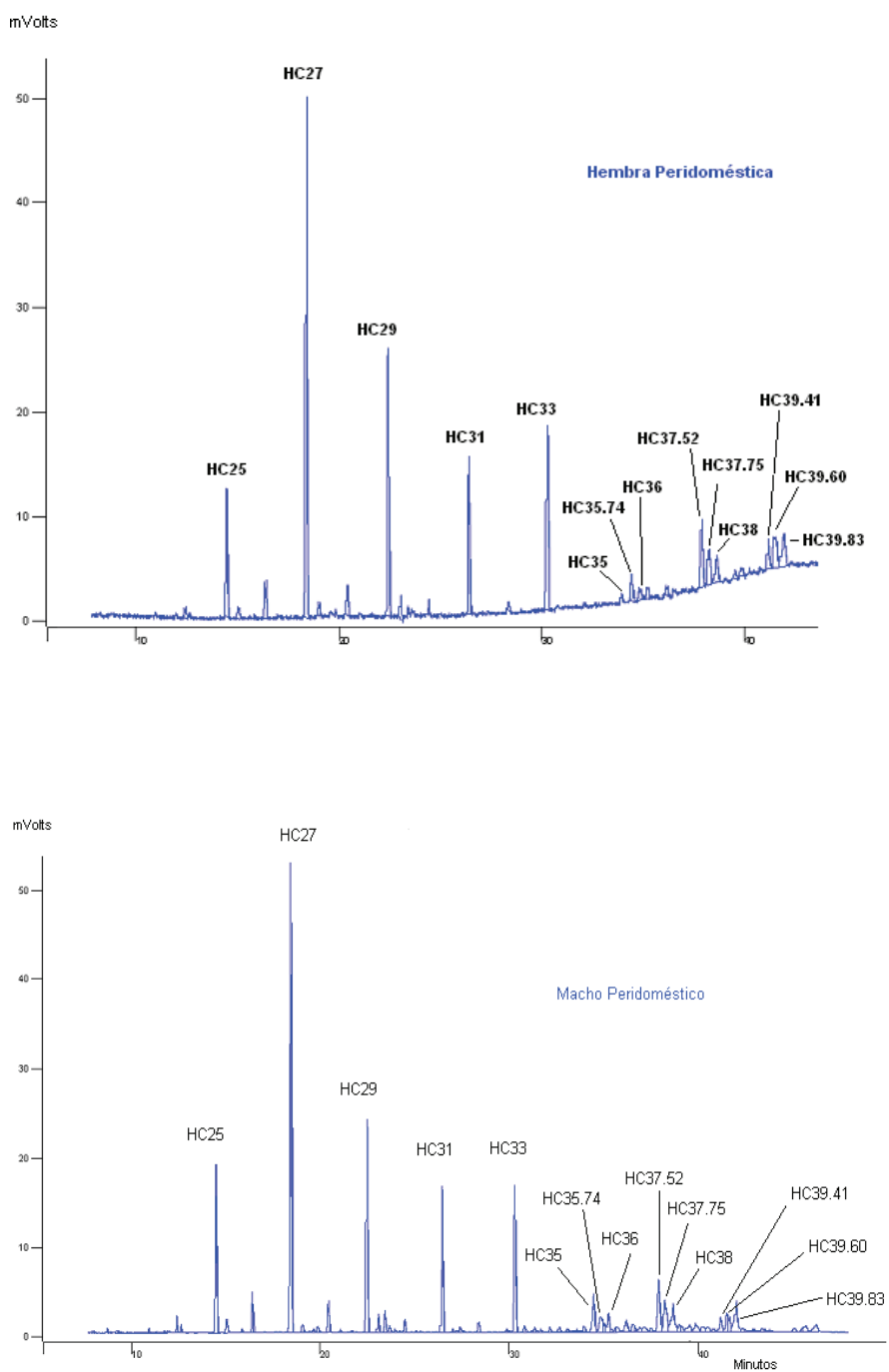


Fig.- 12 Cromatograma Típico de Hembra y Macho peridoméstico de *Triatoma rubida*

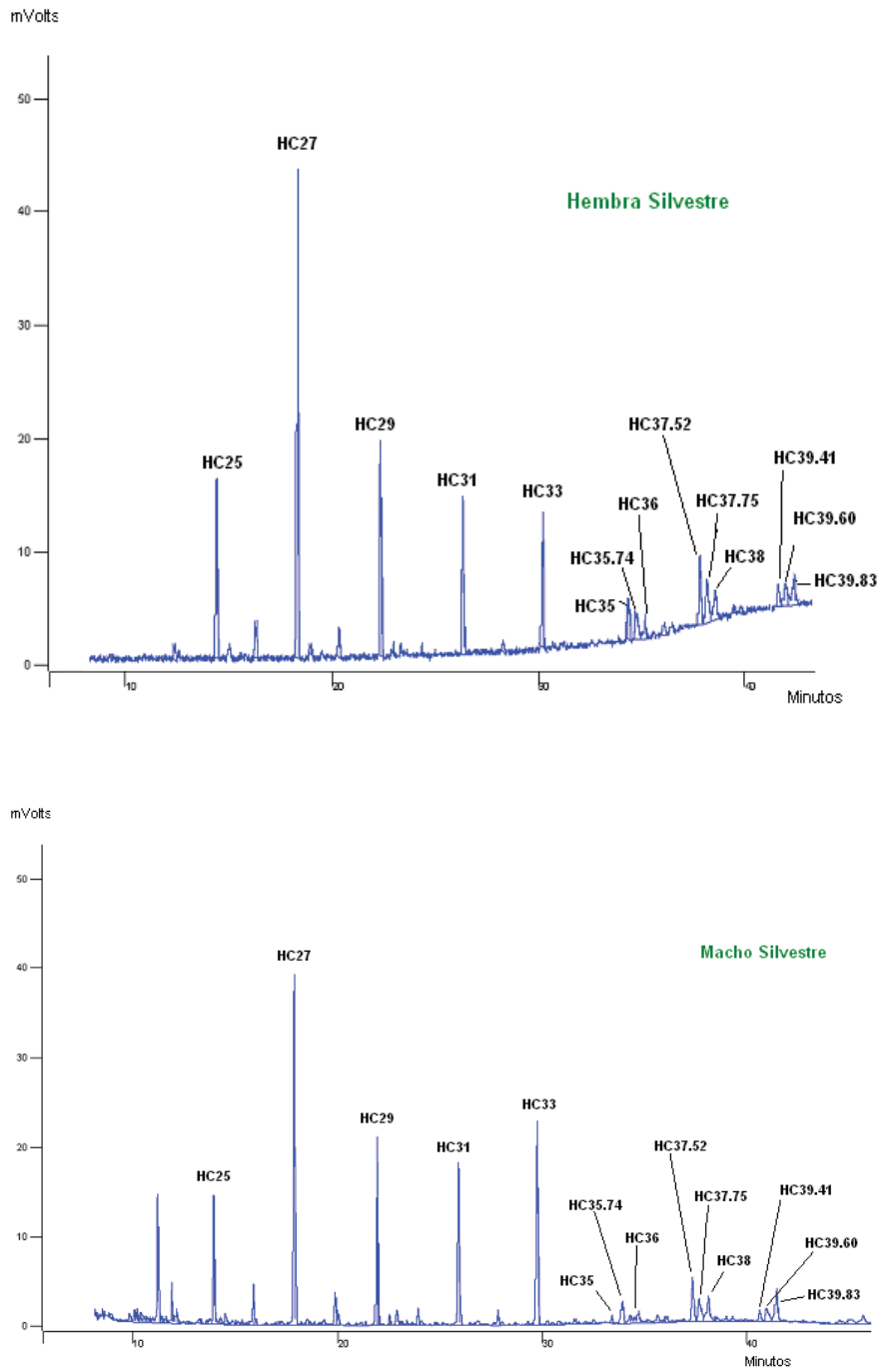


Fig.-13 Cromatograma Típico de Hembra y Macho silvestre de *Triatoma rubida*

APENDICE (D): Datos Sobre Análisis de Varianza Entre los Grupos.

Tabla VIII.- Hembras: domésticas, peridomésticas y silvestres

ANOVA HC27

Origen de la Variación	d.f.	SS	MS	F	Nivel p	F crit	Omega Cuadrado
Entre Grupos	2	0.00014	0.00069	66.21	0.000	3.88	0.89
Dentro de Grupos	12	0.00012	0.00001				
Total	14	0.00015					

Tabla IX.- Machos: domésticos, peridomésticos y silvestres.

ANOVA HC29

Origen de la Variación	d.f.	SS	MS	F	Nivel p	F crit	Omega Cuadrado
Entre Grupos	2	0.0001	0.00002	4.44	0.035	3.88	0.315
Dentro de Grupos	12	0.0001	0.00006				
Total	14	0.00013					

ANOVA HC33

Origen de la Variación	d.f.	SS	MS	F	Nivel p	F crit	Omega Cuadrado
Entre Grupos	2	0.0001	0.00002	5.43	0.020	3.88	0.37
Dentro de Grupos	12	0.0002	0.00001				
Total	14	0.0004					

Tabla X.- Hembra Doméstica vs. Machos Peridomésticos y Machos Silvestres

ANOVA HC27

Origen de la Variación	d.f.	SS	MS	F	Nivel p	F crit	Omega Cuadrado
Entre Grupos	2	0.0001	0.00001	4.18	0.04	3.88	0.29
Dentro de Grupos	12	0.0002	0.00001				
Total	14	0.0003					

Origen de la Variación	d.f.	SS	MS	F	Nivel p	F crit	Omega Cuadrado
Entre Grupos	2	0.0002	0.00001	10.55	0.020	3.88	0.56
Dentro de Grupos	12	0.0001	0.00001				
Total	14	0.0004					

ANOVA HC29

ANOVA HC33

Origen de la Variación	d.f.	SS	MS	F	Nivel p	F crit	Omega Cuadrado
Entre Grupos	2	0.0002	0.00004	6.04	0.015	3.88	0.4
Dentro de Grupos	12	0.0002	0.00006				
Total	14	0.0002					

Tabla XI.- Hembra Peridoméstica vs. Machos domésticos y silvestres

ANOVA HC 29

Origen de la Variación	d.f.	SS	MS	F	Nivel p	F crit	Omega Cuadrado
Entre Grupos	2	0.0003	0.00001	7.76	0.007	3.88	0.47
Dentro de Grupos	12	0.0002	0.00001				
Total	14	0.0005					

ANOVA HC31

Origen de la Variación	d.f.	SS	MS	F	Nivel p	F crit	Omega Cuadrado
Entre Grupos	2	0.0001	0.00001	6.46	0.012	3.88	0.42
Dentro de Grupos	12	0.0001	0.00008				
Total	14	0.0002					

ANOVA HC33

Origen de la Variación	d.f.	SS	MS	F	Nivel p	F crit	Omega Cuadrado
Entre Grupos	2	0.0002	0.00001	7.28	0.008	3.88	0.45
Dentro de Grupos	12	0.0002	0.00001				
Total	14	0.0004					

Tabla XII.- Hembra Silvestre vs. Machos Domésticos y Machos Peridomésticos

ANOVA HC27

Origen de la Variación	d.f.	SS	MS	F	Nivel p	F crit	Omega Cuadrado
Entre Grupos	2	0.00011	0.00006	55.76	0.0008	3.88	0.87
Dentro de Grupos	12	0.0001	0.00001				
Total	14	0.00013					

ANOVA HC29

Origen de la Variación	d.f.	SS	MS	F	Nivel p	F crit.	Omega Cuadrado
Entre Grupos	2	0.0002	0.00001	21.47	0.0001	3.88	0.73
Dentro de Grupos	12	0.0001	0.00001				
Total	14	0.00013					