

UNIVERSIDAD DE CIENCIAS Y ARTES DE CHIAPAS

INSTITUTO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

TESIS

Análisis de la variación morfológica de *Triatoma dimidiata* Latreille 1811 (Hemiptera: Reduviidae) en tres regiones fisiográficas del sureste de México.

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE

**MAESTRO EN CIENCIAS EN BIODIVERSIDAD Y
CONSERVACIÓN DE ECOSISTEMAS
TROPICALES**

PRESENTA

CÉSAR DANIEL COUTIÑO OVANDO

Dr. José Antonio De Fuentes Vicente
Director

Instituto de Ciencias Biológicas
Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas

Dra. Ana Celia Montes de Oca Aguilar
Codirectora

Universidad Autónoma de Yucatán

Tuxtla Gutiérrez, Chiapas

Septiembre 2025





UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CIENCIAS Y ARTES DE CHIAPAS

SECRETARÍA ACADÉMICA

Dirección de Investigación y Posgrado

Tuxtla Gutiérrez, Chiapas a 30 de octubre de 2025

Oficio No. SA/DIP/1316/2025

Asunto: Autorización de Impresión de Tesis

C. César Daniel Coutiño Ovando

CVU: 110581

Candidato al Grado de Maestro en Ciencias en Biodiversidad y

Conservación de Ecosistemas Tropicales

Instituto de Ciencias Biológicas

UNICACH

Presente

Con fundamento en la **opinión favorable** emitida por escrito por la Comisión Revisora que analizó el trabajo terminal presentado por usted, denominado **Análisis de la variación morfológica de *Triatoma dimidiata* Latreille 1811 (Hemiptera: Reduviidae) en tres regiones fisiográficas del sureste de México** y como Director de tesis el Dr. José Antonio De Fuentes Vicente (CVU: 508576) quien avala el cumplimiento de los criterios metodológicos y de contenido; esta Dirección a mi cargo **autoriza** la impresión del documento en cita, para la defensa oral del mismo, en el examen que habrá de sustentar para obtener el **Grado de Maestro en Ciencias en Biodiversidad y Conservación de Ecosistemas Tropicales**.

Es imprescindible observar las características normativas que debe guardar el documento, así como entregar en esta Dirección una copia de la *Constancia de Entrega de Documento Recepcional* que expide el Centro Universitario de Información y Documentación (CUID) de esta Casa de estudios, en sustitución al ejemplar empastado.

ATENTAMENTE
"POR LA CULTURA DE MI RAZA"

Dra. Dulce Karol Ramírez López
DIRECTORA



C.c.p. Dra. Alma Gabriela Verdugo Valdez, Directora del Instituto de Ciencias Biológicas, UNICACH. Para su conocimiento.
Dr. José Antonio De Fuentes Vicente, Coordinador del Posgrado, Instituto de Ciencias Biológicas, UNICACH. Para su conocimiento.
Archivo/minutario.
EPL/DKRL/igp/gtr



2025, Año de la mujer indígena
Año de Rosario Castellanos



📍 Ciudad Universitaria, Libramiento Norte
Poniente 1150, Col. Lajas Maciel.
C.P. 29039 Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México
☎ Tel: (961) 6170440 Ext. 4360
✉ investigacionyposgrado@unicach.mx

DEDICATORIA

A todo el personal de vectores que energéticamente compartieron con nosotros la emoción de buscar Triatominos y confiaron en nosotros para generar información que ayude a esclarecer las preguntas que ellos mismos se hacen cuando tienen a la besucona en su mano.

A mi jefito, mi Nancita, tío Lalo y mi Anita, que me dieron la oportunidad de aprender y crecer con ellos.

A todos los compañeros y estudiantes, ¡si se puede!

AGRADECIMIENTOS INSTITUCIONALES

A la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas (UNICACH)

Al Consejo Nacional de Humanidades, Ciencia y Tecnologías (CONAHCYT)

Al Departamento de Vectores de la Secretaría de Salud, Chiapas.

Al Dr. José Antonio De Fuentes Vicente, director de esta tesis.

A la Dra. Ana Celia Montes de Oca Aguilar, co-directora de esta tesis.

AGRADECIMIENTOS PERSONALES

Este trabajo de investigación no habría sido posible sin el apoyo del equipo humano y material del Laboratorio de Investigación y Diagnóstico Molecular (LIDiaM) del Instituto de Ciencias Biológicas (ICBiol-UNICACH), quienes me acompañaron en todo momento en mi formación y capacitación a lo largo de esta gran experiencia que he disfrutado tanto y que cambió mi panorama profesional como biólogo, y claro que agradezco al CONAHCYT por el apoyo económico a lo largo del curso, indispensable para poder dar el primer paso a una investigación formal.

A la vez que agradezco enormemente a todas las personas que amablemente dispusieron de su tiempo y experiencia para apoyarme en la búsqueda de Triatominos, especialmente al personal del departamento de Vectores de La Secretaría de Salud, un grupo con gran humanismo, quienes facilitaron enormemente el acceso a las regiones estudiadas y con quienes enriquecí mi conocimiento práctico al participar en un grupo multidisciplinario en un área que tiene impacto directo con la sociedad.

Por supuesto, agradezco a mi comité, por su total respaldo, confianza y paciencia a lo largo de este tiempo en el que los he apreciado como una familia, hablando de familia, a mi madre que me ha apoyado en todo momento.

ÍNDICE

I.	INTRODUCCIÓN	10
II.	MARCO TEÓRICO	12
2.1	Triatominos.....	12
2.1.1	Taxonomía de Triatominae.....	12
2.1.2	Origen evolutivo de Triatomine.....	13
2.1.3	<i>Triatoma dimidiata</i> sensu lato.....	14
2.1.4	Distribución de la especie.....	15
2.1.6	Preferencias climáticas.....	19
2.1.7	Alimentación	19
2.1.8	Ciclo de vida	20
2.1.9	<i>Triatoma</i> como vector.....	21
2.1.10	Control del vector	24
2.1.11	Descripción y caracteres de diagnóstico de <i>Triatoma dimidiata</i>	25
2.1.12	Descripción <i>Triatoma dimidiata</i> :	25
2.2	Morfometría	28
2.2.1	Morfometría tradicional (Lineal).....	29
2.2.2	Morfometría Geométrica.....	30
III.	ANTECEDENTES	32
3.1	Breve recopilación de la historia de la morfometría.....	32
3.2	El complejo dimidiata.....	33
3.3	Aportaciones sobre la diversidad genética de <i>Triatoma dimidiata</i>	37
IV.	JUSTIFICACIÓN	40
V.	OBJETIVOS	41
a.	Objetivo general:	41
b.	Objetivos específicos:.....	41
VI.	ZONA DE ESTUDIO	42
a.	Montañas del Norte.	46
b.	Cuenca del Papaloapan.	47
c.	Península de Yucatán.	47
VII.	MÉTODO	49

7.1	Recolecta de Triatominos.....	49
7.2	Manejo de los triatominos	51
7.3	Tratamiento y montaje.....	51
7.4	Identificación de Triatominos	52
7.5	Análisis morfométrico	53
7.5.1	Captura de medidas lineales y geométricas.	53
7.5.2	Datos de morfometría lineal.	55
7.5.3	Análisis de datos de morfometría lineal.	55
7.5.4	Datos de morfometría geométrica.....	57
7.5.5	Análisis de datos de morfometría geométrica.....	58
VIII.	RESULTADOS	59
8.1	Morfometría lineal.....	59
8.1.1	Análisis Univariado	59
8.1.2	Análisis Multivariado.....	60
8.2	Morfometría geométrica	63
8.3	Patrón de variación asociado a las manchas alares.....	67
IX.	DISCUSIÓN	69
X.	CONCLUSIONES	73
XI.	PROPUESTAS Y RECOMENDACIONES	74
XII.	REFERENCIAS DOCUMENTALES	75
XIII.	Anexos	89

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ilustración original de <i>Triatoma dimidiata</i> elaborada por Latreille (1811). .	15
Figura 2. Mapa de distribución geográfica de <i>Triatoma dimidiata</i> .	16
Figura 3. Ilustración de las condiciones ideales para la presencia domiciliar, peridomiciliar y selvática de <i>Triatoma dimidiata</i> .	17
Figura 4. Esquema de los estadios de <i>Triatoma dimidiata</i> .	21
Figura 5. Neotipo de <i>Triatoma dimidiata</i> .	28
Figura 6. Mapa de la ubicación de los puntos de muestreo donde se realizaron las capturas de ejemplares de <i>Triatoma dimidiata</i> en las regiones del sureste de la república mexicana.	48
Figura 7. Trampa de luz con mantas blancas extendidas en dos dimensiones para la captura de Triatomínos.	50
Figura 8. Comparación de ejemplares provenientes de las tres regiones fisiográficas. A) Montañas del Norte. B) Cuenca del Papaloapan. C) Península de Yucatán.	52
Figura 9. Vista ventral de los ejemplares de <i>Triatoma dimidiata</i> en las tres regiones estudiadas.	53
Figura 10. Vista de del rostrum y pronoto de <i>Triatoma dimidiata</i> de las tres regiones estudiadas.	53
Figura 11. Esquema del montaje de la disección y montaje de los ejemplares de <i>Triatoma dimidiata</i> para la estandarización de fotografía.	54
Figura 12. Esquema de las estructuras, posición y mediciones realizadas en AmScope 4.0.	57
Figura 13. Esquema del proceso de marcado y digitalización de los landmarks usado en el pronto.	58
Figura 14. Análisis de componentes principales de las variables lineales de <i>Triatoma dimidiata</i> por región	61
Figura 15. Análisis de discriminantes (LDA) variables lineales, por región	62
Figura 16. Comparación de las medias de los scores obtenidos en el análisis de discriminantes (LDA) de las variables lineales analizadas por región	62

Figura 17. Patrón de similitud generado por el UPGMA basado en las distancias de Malahanobis entre regiones.....	63
Figura 18. Gráfico de dispersión del análisis de variables canónicas (CVA), sobre la diferencia en forma de la cápsula cefálica de hembras	64
Figura 19. Comparación de las medias de los scores obtenidos en el análisis de variables canónicas (CVA) de los contornos analizados de la capsula cefálica de <i>Triatoma dimidiata</i> por región	64
Figura 20. Gradilla y vectores de deformación de cabeza hembras	65
Figura 21. Dendrograma del UPGMA basado en las distancias cuadráticas de Malahanobis de las similitudes en forma de pronoto (arriba) y de la cabeza (abajo) de las hembras (Izq.) y machos (Der.) de <i>Triatoma dimidiata</i> entre regiones fisiograficas	65
Figura 22. . Gráfico del análisis de variables canónicas (CVA), comparación de la forma del pronoto de hembras (Izq) y machos (Der) de <i>Triatoma dimidiata</i>	67
Figura 23. Comparación de las medias de los scores obtenidos en el análisis de variables canónicas (CVA) de los contornos analizados del pronoto de <i>Triatoma dimidiata</i> por región).	67
Figura 24. Comparación del patrón en la forma y tamaño de las manchas alares de <i>Triatoma dimidiata</i> encontradas en las tres regiones biogeográficas.	68
Figura 25. Gráfico de Boxplot en la que se puede apreciar la comparación de las medias del largo (LM1) y ancho (AM1) de la mancha alar de hembras de <i>Triatoma dimidiata</i> por región.	68

ÍNDICE DE CUADROS

Tabla 1. Medidas de caracteres de diagnóstico para el neotipo de <i>Triatoma dimidiata</i> , propuestas por Justi y Dale (2021).....	27
Tabla 2. Localidades de estudio de acuerdo a tres eco-regiones del sur del país.	42
Tabla 3. Variables morfológicas lineales de <i>Triatoma dimidiata</i> consideradas en el presente estudio, sus códigos de abreviación y unidades de medida.....	56

RESUMEN

Triatoma dimidiata es una de las especies de triatomíneos de mayor importancia en la epidemiología de la enfermedad de Chagas en América Latina. Su amplia distribución geográfica, su capacidad de colonizar diferentes ambientes y su elevada plasticidad morfológica y ecológica, la han convertido en un modelo clave de estudio. El presente trabajo analizó la variación morfológica de poblaciones de *T. dimidiata* en tres regiones fisiográficas del sureste de México: Montañas del Norte, Cuenca del Papaloapan y Península de Yucatán. Para ello, se evaluaron variables lineales de estructuras morfológicas en ejemplares recolectados en campo y se complementó con análisis de morfometría geométrica. Los resultados generales mostraron diferencias significativas entre las poblaciones, tanto en tamaño como en forma, reflejando patrones de variación posiblemente asociados a procesos de adaptación local y aislamiento geográfico. Se identificaron variaciones en la cápsula cefálica, el pronoto y las manchas alares, así como patrones consistentes de dimorfismo sexual. Estos hallazgos aportan nueva evidencia sobre la diversidad morfológica de *T. dimidiata* en México y confirman su amplia plasticidad fenotípica. Las implicaciones de esta variación abarcan aspectos taxonómicos, evolutivos y ecológicos, además de tener relevancia epidemiológica al considerarlo como un importante vector de la enfermedad de Chagas. La comprensión de estas diferencias contribuye a fortalecer las estrategias de vigilancia y control vectorial en las regiones de estudio.

I. INTRODUCCIÓN

Los Triatomíneos, son todos potenciales portadores de *Trypanosoma cruzi* (agente causal de la enfermedad de Chagas) (Chagas, 1909; Lent y Wigodszinsky, 1979; Zeledón 1981; Dujardin *et al.*, 1996; 1998; 2000; 2002; Abad-Franch *et al.*, 2008; Bargues *et al.*, 2008), Esta enfermedad es considerada como una de las enfermedades desatendidas u olvidadas del neotrópico (OMS 2015), junto a la leishmaniasis, que afectan generalmente a los grupos humanos de regiones aisladas o de condiciones socioeconómicas desfavorecidas, lo cual ha generado poco interés en su atención.

Se ha estimado que esta enfermedad afecta entre seis y siete millones de personas a nivel mundial (OMS, 2021; Rangifo-Correa *et al.*, 2021) y en la fase crónica, resulta incurable, incapacitante e incluso mortal, siendo responsable de al menos 8000 muertes anuales (GBD 2018; Santos *et al.*, 2020).

Triatoma dimidiata es considerada uno de los principales vectores en el continente Americano (después de *Triatoma infestans* y *Rhodnius prolixus*) (Dujardin *et al.*, 1999a; Carcavallo *et al.*, 1999; Bargues *et al.*, 2008) y el principal vector transmisor en nuestro país (Salazar-Schettino *et al.*, 1988; Polonio *et al.*, 2010; Salazar-Schettino *et al.*, 2010; Reyes-Novelo *et al.*, 2011) por su amplia distribución, facilidad de domiciliación y aparente plasticidad ambiental.

Triatoma dimidiata sensu lato, (Hemiptera, Reduviidae, Latreille 1811). Es una especie con una amplia distribución en el continente americano, desde el centro de México hasta el Norte de Perú (Chavez 2001; Bargues *et al.*, 2008; Salazar-Schettino *et al.*, 2010; Dorn *et al.*, 2016; Monteiro *et al.*, 2013; Pech-May *et al.*, 2019). Esta amplia distribución ha favorecido la ocurrencia de variación morfológica, pues se ha demostrado, que en general estas especies de insectos son suficientemente plásticas y capaces de responder a cambios en el ambiente (Noireau *et al.*, 1997; Dujardin *et al.*, 1999; Menes, 2004; Esteban-Adarme, 2006).

En los últimos 22 años, el estudio sobre el estatus taxonómico de *Triatoma dimidiata* S. L. ha sido ampliamente debatido. Algunos estudios filogenéticos han

demostrado que la especie (*Triatoma dimidiata* s.l.) posee una gran diversidad genotípica (Marcilla *et al.*, 2001; Dorn *et al.*, 2009; Landaverde 2009; Grisaldes *et al.*, 2010; Monteiro *et al.*, 2013; Justi *et al.*, 2018;) y morfológica (Lent y Wigodzensky 1979; Esteban-Adarme 2006; Lartiga 2010; Menes 2014; Gaspe *et al.*, 2012) provocada por procesos adaptativos en respuesta a las variaciones de los tan diversos paisajes y hábitats donde se le puede encontrar, por lo cual, se habla del “complejo dimidiata”, al que se debe de investigar con especial interés ya que aún no se tiene suficiente claridad sobre el número de posibles especies, subespecies, morfotipos, haplogrupos y distribución de los mismos (Bargues *et al.*, 2008; Monteiro *et al.*, 2013; Dorn *et al.*, 2016; Dorn *et al.*, 2018; Lima-Cordon *et al.*, 2019; Justi *et al.*, 2020).

Nuevas especies recientemente descritas dentro del complejo dimidiata, con alta infección natural de *Trypanosoma cruzi* (Dorn *et al.*, 2018; Lima-Cordon *et al.*, 2019) demuestran ser potenciales vectores de la enfermedad de Chagas, por lo que estas nuevas especies y las variedades del complejo dimidiata, deben de ser evaluadas a fondo

Las especies de Triatomíneos que implican un riesgo para las poblaciones humanas por la transmisión de *Trypanosoma cruzi*, son aquellas que han evolucionado para vivir cerca de los humanos y se ha descubierto que están infectados con *T. cruzi* (WHO, 2002).

Por todo lo anterior, en esta investigación se planteó el objetivo de analizar la variación de la forma y dimensiones de estructuras morfológicas de poblaciones *Triatoma dimidiata* en tres regiones fisiográficas del sureste de México, lo que permitirá generar nueva información para el entendimiento de los patrones de esta especie.

II. MARCO TEÓRICO

2.1 Triatominos

2.1.1 Taxonomía de Triatominae

Los hemípteros son un grupo de artrópodos, conforman el quinto orden más grande de insectos del cual se conocen alrededor de 82 000 especies distribuidos por todo el mundo, especialmente abundantes en las regiones tropicales. (Schuh y Slater, 1995; Arnett, 2000).

El orden hemíptera es tan diverso que se ha realizado diferentes propuestas sobre su taxonomía: Campbell *et al.* (1995) propone la clasificación tradicional de los hemípteros en dos subórdenes: Heteróptera y Homóptera, aunque esa clasificación se encuentra en revisión debido al descubrimiento de la parafilia de los homópteros.

Mientras que De la Fuente (1994) menciona la división de hemipterá en tres grandes subórdenes: Sternorrhyncha (moscas blancas, áfidos o pulgones), Auchenorrhyncha (cigarras, chicharras o chicharritas) y Heteróptera (chinchas verdaderas y depredadoras).

Este grupo de insectos ha desarrollado diversos modos de vida, siendo la mayoría de estos terrestres y existen también formas anfibias que pueden alternar sus ciclos de vida en cuerpos de agua como en tierra, aunque algunas especies son estrictamente acuáticas (De la Fuente, 1994).

En ambas propuestas se conserva el suborden Heteróptera, en el cual podemos encontrar a la familia Reduviidae, un grupo de gran diversidad y extensa distribución mundial, caracterizada por ser hemípteros depredadores de otros insectos, aunque esta preferencia depredadora no se considera una característica evolutiva reciente, sino que es tan antigua como las preferencias alimenticias fitófagas de los otros grupos de Heminóptera (Dujardin *et al.*, 2002).

Reduviidae es una familia de Hemípteros que está conformado por un grupo muy exitoso de al menos 22 subfamilias, la mayoría se alimenta de otros insectos (por eso se les denomina chiches asesinas). Triatominae (Jeannel 1919) es la subfamilia

de Reduviidae que desarrollo preferencias hematófagas y se ha propuesto que este linaje tiene un origen evolutivo a partir de Physoderinae, una subfamilia poco conocida pero más próxima y similar morfológicamente a las chinches depredadoras (Let y Wigodzinsky, 1979; Dujardin *et al.*, 2002; Hwang y Weirauch, 2017).

Dujardin *et al.* (2002) menciona que Triatominae se conforma por cinco tribus con aproximadamente 17 géneros: Alberproseniini (1 género), Bolboderini (4 géneros), Cavernicolini (2 géneros), Rhodniini (2 géneros) y Triatomini (8 géneros). Todas estas tribus se encuentran en el Nuevo Mundo, a excepción de Triatomini, la cual tiene presencia en Asia

Dentro de Triatomini se incluyen a 109 taxones (incluidas 2 especies fósiles), de los cuales 84 pertenecen al género *Triatoma* (1 fósil) y 15 al género *Panstrongylus* (1 fósil). Los otros cinco géneros son: *Dipetalogaster* (1 especie), *Eratyrus* (2 especies), *Hermanlenticia* (1 especie), *Linshcosteus* (6 especies) y *Paratriatoma* (1 especie). El género *Triatoma* no solo es el más diverso dentro de la subfamilia, sino también el único presente tanto en el Nuevo como en el Viejo Mundo (Justi y Galvao, 2017).

2.1.2 Origen evolutivo de Triatomine

Existen varias propuestas sobre el posible origen evolutivo de los Triatominae (Usinger, 1944; Schofield, 1988, Schofield y Dolling 1993; Dujardin *et al.*, 2002), todos ellos asociados a la hematofagia, aunque difieren en la ruta que sus linajes tuvieron, es decir, si todos los Triatominae son el resultado de un proceso polifilético (Ryckman y Archbold, 1981; Schofield, 1988; Schofield y Dolling 1993; Dujardin *et al.*, 2002) o un proceso monofilético (Usinger, 1944)

En un principio, la idea de que los Triatominos forman un grupo monofilético fue expuesta por Usinger (1944), quien defendía a la hematofagia como un suceso que surgió de un grupo de heterópteros en algún momento de su historia evolutiva, por

ejemplo los Physoderinae, y las especies hematófagas actuales derivan de este acontecimiento.

La contra propuesta que indica un origen polifilético de los Triatominae se señala de manera resumida, por el trazo de una línea evolutiva partiendo de los depredadores libres, pasando por los depredadores hematófagos facultativos asociados a nidos o madrigueras de animales para llegar a los hematófagos obligatorios involucrados hoy en día en especializaciones muy estrechas (Schofield 1988, Schofield y Dolling 1993).

Dujardin *et al.*, (2002), sostiene que la hipótesis de la monofilia de Triatominae presenta un problema que difícilmente se puede explicar dada su extensa distribución geográfica, la adaptación a hábitats muy diferentes y su asociación con huéspedes animales muy diversos como mamíferos, aves y reptiles.

Aunque existe una tercer opción, propuesta por Justi y Galvao (2017) quienes sugieren basándose en las evidencias genéticas recientes, que los grupos de Triatominae (en el caso de las dos tribus más estudiadas Triatomini y Rhodniini) pueden tener linajes parafiléticos.

2.1.3 *Triatoma dimidiata* sensu lato.

La especie *Triatoma dimidiata* es considerada completamente nativa de la región de América Central (Schofield, 2000), estrictamente hematófaga y generalista en sus fuentes de alimento (Zeledón *et al.*, 1970; 1973) (Figura 1).

Coloquialmente es llamada de diferentes maneras en las distintas regiones donde se le encuentra, por ejemplo “chinche picuda” en Centro América (Moran, 2013), “vinchucas” en Sudamérica (Alonso-Vega, 2002), Chinchas besuconas (Padilla-González *et al.*, 2022), “Pic” en Yucatán (Comunicación personal. Pobladores de Yucatán), y “Talaje” en la región zoque de Chiapas (*cm. pers.* Pobladores de Copainalá-Tecpatán, Chiapas).



Figura 1. Ilustración original de *Triatoma dimidiata* elaborada por Latreille (1811). Extraído de Justi y Dale (2021).

Justin y Dale (2021) proponen la actualización más reciente sobre el estatus taxonómico de *Triatoma dimidiata sensu stricto*, derivado de la asignación del neotipo, la cual se conserva de la siguiente manera:

Familia: Reduviidae Latreille, 1807

Subfamilia: Triatominae Jeannel, 1919

Genero: *Triatoma* Laporte, 1832

Especie: *Triatoma dimidiata* Latreille 1811

2.1.4 Distribución de la especie

Triatoma dimidiata se encuentra ampliamente distribuida desde el centro de México, Centro América (Belice, Costa Rica, Guatemala, Honduras, Panamá, Perú, El Salvador) y parte del norte de Sur América (Colombia, Venezuela, Nicaragua, Perú),

es una especie que se distribuye ampliamente en (Salazar-Schettino *et al.*, 1988; Dujardin *et al.*, 1999a; Carcavallo *et al.*, 1999; Bargues *et al.*, 2008; Guhl, 2009; Polonio *et al.*, 2010; Salazar-Schettino *et al.*, 2010; Reyes-Novelo *et al.*, 2011) (Figura 2).

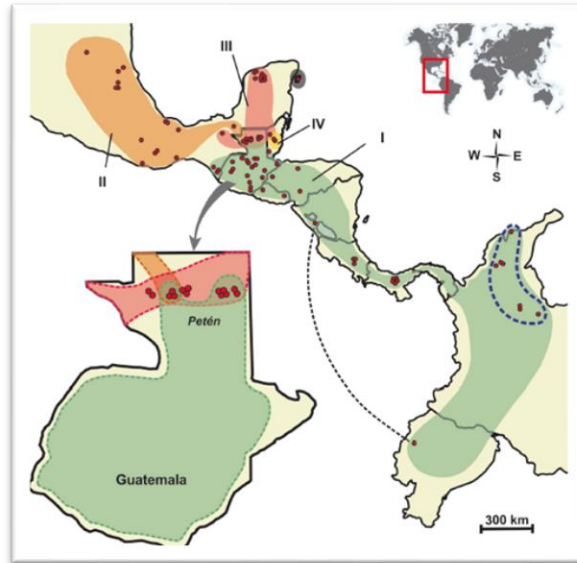


Figura 2. Mapa de distribución geográfica de *Triatoma dimidiata*. Se hace referencia a la divergencia monofilética de los cuatro grupos genéticamente diferenciados, elaborado por Monteiro *et al.* (2013).

Triatoma dimidiata ha sido reportada en 16 estados de la República Mexicana: Campeche, Colima, Chiapas, Estado de México, Guanajuato, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, Nayarit, Oaxaca, Puebla, Quintana Roo, San Luis Potosí, Tabasco, Veracruz y Yucatán (Salazar *et al.*, 1988; Cruz y Pickering 2006; Lent y Wygodzinsky 1979; Zárate y Zárate 1985) y se le encuentra desde el nivel del mar hasta los 2360 msnm. (Vidal *et al.*, 2000; Ramsey 2000).

En Chiapas, se reporta la presencia de cinco especies de Triatominos, todos ellos de importancia médica, donde destaca *Triatoma dimidiata* como la única especie domiciliada y las especies *Eratyrus cuspidatus*, *Pastrongylus rufotuberculatus*, *Rhodnius prolixus* y *Meccus longipennis* se les encuentra únicamente en el medio silvestre (Zárate y Zárate 1985; López-Ordoñez *et al.*, 2006; Alcocer y López-Gatell, 2019). Se ha reportado una seroprevalencia entre 14% y 28% (Goldsmith *et al.*, 1983) y Velasco *et al.* (1992) reportaron 30% de seroprevalencia, la más elevada del país.

2.1.5 Hábitat

Los Triatomínos son insectos primitivamente silvestres (Zeledón, 1983), pero el proceso de radiación de los mismos hacia ecotopos artificiales es un fenómeno dinámico y actual que se refleja en la existencia de numerosas especies que invaden y colonizan la vivienda humana y sus anexos (Figura 3).

Los autores separan a los Triatominae en insectos “domésticos” e insectos “silvestres”. Los dos términos son criticables. Al hacer referencia de un insecto “doméstico” se habla en realidad de un insecto sinantrópico. En efecto, un insecto no es “criado” por el hombre como sería un perro o un gato, animales domésticos per excelencia. En el caso de hablar de insectos “silvestres”, la palabra recuerda el bosque, pero será más justo hablar de insectos enzoóticos, asociados con animales silvestres que viven fuera del hábitat humano (Dujardin *et al.*, 2002).



Figura 3. Ilustración de las condiciones ideales para la presencia domiciliar, peridomiciliar y selvática de *Triatoma dimidiata*. Imágenes de referencia obtenidas en los sitios donde se realizaron los muestreos de este estudio.

Con fines operacionales, Dujardin *et al.* (2002) menciona la distinción de dos términos para el fenómeno de adaptación de las especies de Triatomíneos que han migrado del hábitat silvestre hacia espacios habitados por los humanos, siendo el “domicilio” el lugar donde habita el hombre, y el “peridomicilio”, como la parte exterior del primer concepto y que incluye las estructuras construidas para albergar a los animales domésticos (perros, cabras, cerdos, gallinas), aunque autores como Bautista *et al.* (1999) sugieren que se debe considerar los primeros 50 metros fuera de la parte exterior a la vivienda humana como el peridomicilio.

Dentro de estos denominados ambientes domésticos y peridomésticos, Monrroy, (1992) reporta que *Triatoma dimidiata* tiene mayor éxito de domiciliación en viviendas construidas con materiales de adobe o bajareque. Dentro de las cuales se pueden encontrar entre rocas, agujeros o grietas en las paredes de las casas, en los muebles, en sitios de almacenamiento de madera, techos de palma, detrás de cortinas o cuadros y en madrigueras y sitios donde se crían animales domésticos o sinantrópicos (Carcavallo *et al.*, 1999). Otro lugar donde se puede localizar es en el piso, particularmente debajo de las camas y en el ángulo formado por el suelo y la pared (Salazar *et al.*, 2005).

En ambientes silvestres o selváticos, *Triatoma dimidiata* se ha encontrado en variedad de ecotopos; en montones de rocas, cuevas u hoyos ocupadas por murciélagos (*Desmodus rotundus*), en nidos de roedores o marsupiales (*Didelphys marsupialis*) y en árboles huecos. Las ninfas tienen hábitos crípticos, a menudo camuflándose la superficie dorsal con polvo (Monrroy 1992; Schoefield 1994).

Se ha reportado que esta especie utiliza como refugio agujeros y raíces de árboles como *Gymnopodium floribundum* (Polygonaceae), *Enterolobium cyclocarpum* y *Piscidia piscipula* (Fabaceae) (especies que las personas suelen usar para leña) (Carcavallo *et al.*, 1998b; Ruiz-Piña *et al.*, 2007), y se ha reportado abundantes individuos entre la base de hojas de diferentes palmas como *Cocos nucifera* y *Acrocomia aculeata* (Aracaceae) (Morocoima *et al.*, 2011).

2.1.6 Preferencias climáticas

La distribución de *Triatominos* parece estar fuertemente influenciada por el clima (temperatura, precipitación, humedad). En Yucatán, México, *Triatoma dimidiata* es más abundante en climas cálidos y secos, mientras que en Oaxaca, México, parece estar restringida a regiones cálidas y húmedas (Dumonteil y Gourbiere, 2004).

Salazar-Schettino *et al.* (2010) mencionan que la altitud esta correlacionada con la temperatura ambiental, siendo esto un factor muy importante en la distribución y preferencias de *Triatoma dimidiata*, ya que estos insectos transmisores no tienen centro termorregulador, por lo que tanto el transmisor como el parásito dependerán de la temperatura ambiente, lo que también influye en la dinámica de transmisión de *Trypanosoma cruzi*.

Un aspecto importante son los factores implicados en la dispersión de los adultos ya que al parecer es una especie que se dispersa de forma estacional de marzo a junio (meses más cálidos) desde el ambiente selvático hacía los ambientes doméstico y peridoméstico (Dumonteil *et al.*, 2009).

2.1.7 Alimentación

La especie es hematófaga obligada y su preferencia alimentaria es variada, se ha mencionado que es generalista pero tiene preferencia por la sangre de mamíferos y aves e incluso de reptiles. La cantidad de sangre que puede ingerir un individuo aumenta con el estadio ninfal siendo en promedio 4.5 mg para los primeros estadios, 42.13 mg para los quintos estadios. Se ha reportado que hembras adultas consumen en promedio de 282.6 mg de sangre en una alimentación, mientras que los machos 220 mg (Zeledon *et al.*, 1970 a; Zeledon *et al.*, 1970b).

Se ha documentado que *Triatoma dimidiata* utiliza un amplio rango de hospederos, lo que ha mostrado que la fuente de alimento parece no influir en el desarrollo o la biología de esta especie (Carcavallo *et al.*, 1999). Sasaki *et al.* (2003) realizaron un perfil de hospederos en Zacapa y Santa Rosa, Guatemala, para

Rhodnius prolixus y *Triatoma dimidiata* utilizando la prueba de ELISA y Antisera comerciales, en sus resultados se identificaron 82 fuentes alimenticias para *Triatoma dimidiata*, de las cuales se confirmó un alto porcentaje de origen humano (30.6%), seguido por tlacuache (15.3%) y vaca (7%).

Otros estudios con *Triatoma dimidiata* en Costa Rica, coinciden en que el humano constituye una fuente alimenticia importante (67%, $p < 0.05$) demostrado una alta tasa de alimentación de sangre de origen humano, 63.7% para las chinches colectadas en intradomicilio y 21.9% en las colectadas en peridomicilio, seguido por perro (49.8%). (Calderón-Arguedas, 2001). También fue observado por Zeledon *et al.* (1983) al describir la biología y etología de *T. dimidiata*. Este comportamiento antropofílico no es explicado como una predilección, sino por la disponibilidad de esta fuente y las condiciones dentro de las viviendas que propician un mayor contacto con el ser humano.

2.1.8 Ciclo de vida

El ciclo de un Triatomino es exopterigota hemimetábolo, que comprende desde el huevo, pasando por cinco estadios larvarios y el imago. Los huevos son operculados, blancos en el momento de la postura y a medida que el embrión madura se vuelven rosados u oscuros, la eclosión puede variar entre 10 o 40 días posteriores a la postura. Posteriormente las larvas apenas eclosionadas son de color rosado que va oscureciéndose con el endurecimiento progresivo de la quitina (Dujardin *et al.*, 2002).

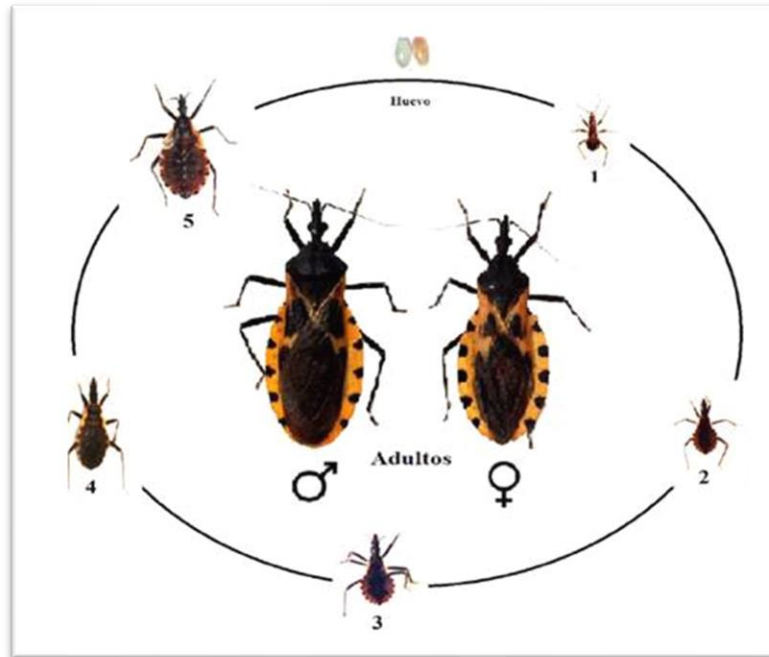


Figura 4. Esquema de los estadios de *Triatoma dimidiata*. Extraído de: De Fuentes-Vicente *et al.* (2016).

En los adultos varía el tiempo de vida, esto va de acuerdo al sexo, los machos pueden vivir con alimento 160 días y las hembras 172 días aproximadamente. Las ninfas tienen que alimentarse por lo menos una vez para poder mudar al siguiente estadio. En el primer y segundo estadio la ninfa puede alimentarse del hospedero o a través de la coprofagia, estos pueden pasar poco más de 25 días sin alimentarse, el tercero y cuarto estadio pueden resistir alrededor de 75 días sin alimentarse y el quinto estadio puede resistir hasta 100 días, en los adultos solo pueden pasar 60 días sin alimentarse por la necesidades energéticas de vuelo y reproductivas (Dujardin *et al.*, 2002) (Figura 4).

2.1.9 *Triatoma* como vector

Chagas (1912) fue el primer investigador en reportar que los Triatominos son capaces de transmitir a los humanos el agente etiológico *Trypanosoma cruzi* (Kinetoplastida: Tripanosomatidae) que provoca la *Tripanosomiasis americana* o enfermedad de Chagas. La *Tripanosomiasis* tiene un ciclo silvestre y otro doméstico que involucra a

los humanos (Enfermedad de Chagas Humana) de la cual los Triatomíneos son el vector responsables por más del 80% de los casos de transmisión del parásito.

La historia de esta parasitosis es única dentro de la medicina tropical. En efecto, a principios de siglo XX el Dr. Carlos Chagas describió no solamente la sintomatología completa de esta nueva parasitosis, sino también a su agente causal, desconocido para esa época, el *Trypanosoma cruzi* (antes llamado *Schizotrypanum cruzi*). El Dr. Chagas también demostró el responsable del rol vectorial, pero no fue con *Triatoma dimidiata* ni *T. infestans*, sino otro reduvino, el *Panstrongylus megistus*. A pesar de que el Dr. Chagas realizó la predicción de que esta enfermedad como una de las mayores parasitosis en América Latina, solamente una veintena de casos habían sido descritos a la fecha de su muerte en 1934 (Dujarrin *et al.*, 2002).

Esta enfermedad tiene un alto impacto social en términos de años potenciales de vida perdidos y debido a su elevado potencial de morbi-mortalidad, particularmente en la forma crónica cardíaca (Pinto Días, 1999).

La enfermedad de Chagas es una enfermedad debilitante y mortal, atacando el corazón o el tracto gastrointestinal (OMS, 2002), se especula que alrededor de 60 millones se encuentran en riesgo de adquirir la infección desde el sur de los Estados Unidos hasta el sur de Argentina y Chile (OPS, 2007) y se calcula que en el mundo hay entre seis y siete millones de personas infectadas por *Trypanosoma cruzi*, el parásito causante de la enfermedad de Chagas (OMS, 2021).

La alteración de los ambientes naturales para los requerimientos de la colonización humana que implica actividades agrícolas, pecuarias, de industria extractiva o a la construcción de caminos, han permitido el contacto con los focos naturales de la *Tripanosomiasis Americana*, al alterar su equilibrio ecológico, esta parasitosis se transformó en una infección que se transmite por mecanismos naturales de los animales al hombre y viceversa (Forattini, 1980).

Así algunas especies se aproximaron al hábitat artificial creado por los humanos, teniendo mayor o menor éxito según las presiones ecológicas de cada una de ellas. Los niveles de adaptación que presentan las distintas especies de

Triatominos a los hábitats humanos se pueden comprender por su asociación histórica, la cual puede tener natural de miles de años y en otros casos es más reciente (Zeledón, 1983).

El principal factor que condiciona al Triatomino como vector, y por lo tanto como blanco principal de las campañas de lucha antivectorial, es su adaptación al hábitat humano. Por ejemplo, dos especies de Triatominos pueden estar muy bien adaptadas a la cepa del lugar, pero se considera que será la especie mejor adaptada a la habitación humana la que se transformará en una especie vectorial importante (Dujardin *et al.*, 2002).

Zeledón, (1983) sugería a *Triatoma infestans* y *Rhodnius prolixus* como las especies de Triatominos exitosamente adaptadas a la vivienda humana, y consideraba que *Triatoma dimidiata* junto a *T. sordida*, *T. guasayana*, *T. patagonica*, entre otras, se encontraban en un segundo grupo en proceso de adaptación al domicilio, con numerosos biotopos que les permiten vivir en condiciones totalmente silvestres, en algunos casos alejados del hombre. Actualmente se sabe que *Triatoma dimidiata* se ha adaptado a la vivienda considerándose una especie domiciliada de importancia médica en regiones selváticas, especialmente en Centro América (Bustamante *et al.*, 2004; Barges *et al.*, 2008; Lima-Cordon *et al.*, 2019), aunque García-Mares *et al.* (2022) sugiere que para las regiones del centro de México *T. dimidiata* no se han adaptado para explotar los hábitats urbanos y semi-urbanos.

La infección ocurre cuando un Triatomino chupador de sangre deposita sus heces, contaminadas con los parásitos, en el hospedero durante su alimentación. El parásito entra al hospedero por medio de la herida de la picadura o por las membranas mucosas. La transmisión también puede ser resultado de transfusiones de sangre, transplantes de órganos e infección congénita, sin embargo el factor con más de 80% de causa de infección es la transmisión por el vector triatomino (OMS, 2002).

Triatoma dimidiata es considerada una de las principales especies vectores de *Trypanosoma cruzi* en Centroamérica, junto con *Rhodnius prolixus* (OPS. 2003), aunque también se ha reportado que puede portar a *Trypanosoma rangeli*, especie

infectiva pero no patógena para humanos pero si patogena para los insectos vectoriales. (Sherlock, 2000; Vallejo *et al.*, 2015).

Ramírez-Sierra *et al.* (2010) han reportado la capacidad de *Trypanosoma cruzi* para manipular o afectar el comportamiento *Triatoma dimidiata*, pues observaron que las hembras infectadas con este parásito presentan una mayor capacidad de dispersión.

De acuerdo con los trabajos publicados a la fecha para diferentes localidades de México y Centroamérica (Dumonteil *et al.*, 2002; Monroy *et al.*, 2003b; Nakagawa *et al.*, 2005; Polonio *et al.*, 2009), se sabe que entre 19 y 34% de los individuos de *Triatoma dimidiata* que infestan las viviendas se encuentran infectados con *Trypanosoma cruzi* (Reyes-Novelo *et al.*, 2011).

2.1.10 Control del vector

Triatoma dimidiata es el transmisor más disperso en México, su presencia ha sido reportada en el sur, centro, este (Golfo de México) y norte del país, por esta razón en la Iniciativa de los Países Andinos y en la Iniciativa de los Países de América Central (OMS 1997; 1998) sólo se propone el control y no la erradicación de esta especie (Salazar-Schettino *et al.*, 2010).

Triatoma dimidiata es un vector que a diferencia de *Rhodnius prolixus* no puede ser eliminado con eficiencia ya que sus poblaciones silvestres vuelven a colonizar las casas luego de los intentos de exterminación con rociamiento de insecticida. (Tabaru, *et al.*, 1999; Monroy, *et al.*, 2003b)

En la actualidad, las poblaciones silvestres de *Triatoma dimidiata* no se consideran candidatos factibles para su eliminación, implicando que el control debe estar basado mayoritariamente en la eliminación de poblaciones domésticas, seguida de vigilancia e intervenciones designadas a impedir la recolonización desde focos silvestres (Schofield, 2000).

El efecto de dispersión del área selvática al área peridoméstica dificulta la implementación de métodos de control vectorial eficaces como la aspersión de insecticidas residuales, ya que, al ocurrir la infestación de adultos de manera estacional, el efecto del insecticida se pierde, lo que genera altos costos y pocos beneficios en la eliminación de las chinches en el interior de las viviendas al reinfestar de manera estacional (Dumonteil *et al.*, 2004; Ferral *et al.*, 2010).

Los aspectos relacionados con la ecología de *Triatoma dimidiata* en ambientes selváticos son una parte del ciclo de transmisión de *Trypanosoma cruzi* y el abordaje entomológico permite tener solamente una fracción de un fenómeno más complejo. Por lo tanto, el estudio de los diferentes factores que conforman el ciclo de transmisión de *Trypanosoma cruzi* puede mejorar la generación de estrategias que prevengan la transmisión hacia áreas de habitación humana (Reyes- novelo, 2011).

2.1.11 Descripción y caracteres de diagnóstico de *Triatoma dimidiata*

A continuación, se describen las características morfológicas para el neotipo de *Triatoma dimidiata*, redescrita por Justi y Dale (2021) basadas en las conclusiones que obtuvieron al revisar ejemplares de las colecciones del “Smithsonian Institution-National Museum of Natural History” (USNM) (n = 106) y del “American Museum of Natural History” (AMNH) (n= 93) asignando al morfotipo que coincidía con la descripción original y el dibujo de Latreille (1811).

2.1.12 Descripción *Triatoma dimidiata*:

- Coloración: generalmente marrón, con conexiones y alas amarillas. Cabeza marrón con sedosidad más clara que el tegumento.
- Labium con el primer segmento visible marrón oscuro y el segundo segmento visible ligeramente más pálido que el primero.
- Cuello marrón, con 1+1 raya amarillo oscuro.

- Pronoto marrón, lóbulo anterior ligeramente más oscuro que el lóbulo posterior. Collar café con ángulos anterolaterales apicalmente amarillentos
- Hemelytra con corium y la mayor parte del clavus amarillo y membrana marrón ahumado. Porción basal del clavus marrón, vena subcostal casi toda amarilla, excepto el ápice que tiene una mancha marrón en forma de garra. Pequeñas manchas ovaladas oscuras adyacentes (arriba, pero no sobre) la vena transversal m-cu.
- Patas uniformemente oscuras con fémures y tarsos setos del mismo color que el tegumento.
- Connexivum en vista dorsal mayormente amarillo, con manchas marrones en el primer tercio de cada segmento adyacente a las suturas
- En vista ventral, abdomen mayormente marrón en el centro, con una única banda amarilla continua que separa los segmentos conexivos y el centro (marrón) de los esternitos.
- Estructura: cabeza poco rugosa en vista dorsal, menos del doble del ancho de los ojos (1:0,62) y ligeramente más corta que el pronoto (1:1,1). Región anteocular aproximadamente el doble de larga que la región postocular (1:0,48).
- Ojos superando el margen ventral pero no el dorsal de la cabeza, en vista lateral. Relación entre el ancho del ojo y la sintlípsis: 1:1,21. Ocelos más grandes que la distancia de los ojos a los ocelos (1:0,4) e insertados en una protuberancia conspicua en forma de C.
- Tubérculos anteníferos subcilíndricos, situados ligeramente después de la mitad posterior de la región anterocular.
- Primer segmento antenal que no alcanza el nivel del vértice del clípeo; faltan otros segmentos antenales.
- Labio delgado, con la primera visible segmento que no alcanza el nivel de la base del tubérculo antenífero; segundo visible segmento que se extiende hasta el cuello; tercer segmento visible que alcanza el tercio anterior del estridulatorio surco. Relación de segmentos de labios visibles: 1:1.8:0.9.

- Pronoto con lóbulo anterior que presenta una depresión distinta y con 1+1 discal tubérculo, puntiagudo posteriormente, y 1+1 tubérculos laterales redondos y más pequeños.
- Ángulos anterolaterales que se presentan casi triangulares, dirigidos anterolateralmente. Posterior lóbulo ligeramente rugoso. Ángulos humerales ligeramente elevados y redondeados. Escutelo rugoso; proceso posterior del escutelo con ápice redondeado, más corto que la porción basal de escutelo.
- Hemelytra sin llegar al margen posterior del VII uroterguito. Patas con un par de dentículos subapicales en los fémures anterior y medio; fosas esponjosas en los vértices de las tibias anterior y media.
- Abdomen ventralmente convexo, delicadamente estriado transversalmente. Ancho del abdomen 0,39 veces el largo total del cuerpo (1:0,39).
- Espiráculos abdominales adyacentes a la sutura connexival, rodeados por una mancha marrón redonda.

Cuadro 1. Medidas de caracteres de diagnóstico para el neotipo de *Triatoma dimidiata*, propuestas por Justi y Dale (2021).

Caracter	longitud (mm)
Largo total del cuerpo	29.0
Ancho del abdomen	11.5
Largo del pronoto	5.5
Ancho del pronoto	7.2
Largo de la cabeza sin el cuello	5.0
Ancho de la cabeza entre los ojos	3.1
Sintilipsis	1.7
Ancho del ojo en la parte dorsal	1.4
Región anterocular	3.5
Región postocular	1.7
Diámetro del ocelo	0.5
Distancia entre ocelo y ojo	0.2
Largo del 1er segmento visible del labio	1.0

Largo del 2do segmento visible del labio	1.8
Largo del 3er segmento visible del labio	0.9

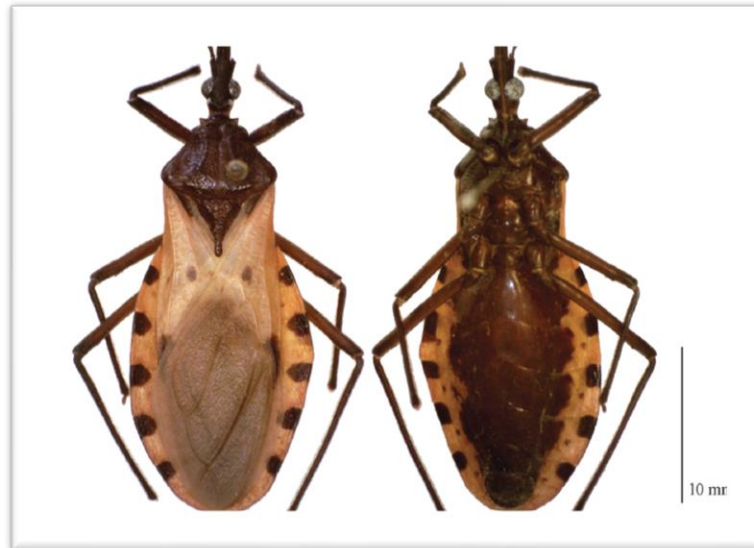


Figura 5. Neotipo de *Triatoma dimidiata*. Extraído de Justi y Dale (2021).

2.2 Morfometría

Uno de los objetivos principales en Biología es entender el origen, la naturaleza y las causas de cambio en los patrones de variación. El análisis cuantitativo de la variación fenotípica y sus relaciones con la ambiental, genética y aleatoria (o de origen desconocido) ayuda enormemente a alcanzar tal objetivo. La primera propiedad de los organismos que resalta a nuestra vista es su variabilidad morfológica, por lo que cuantificar y analizar la variación morfológica que resulta de tales interacciones es el principal objetivo de la morfometría. (Jaramillo-Ocampo, 2011).

Los métodos morfométricos proveen al investigador de un conjunto de técnicas analíticas muy poderosas para cuantificar la variación morfológica y examinar los componentes genético y ambiental de los rasgos examinados. A partir de un conjunto de mediciones (variables continuas) los análisis permiten obtener nuevas variables que describen la conformación de una estructura biológica, la cual es libre de la variación no biológica (aquella relacionada con la escala, la posición y la orientación de la

estructura morfológica en el espacio) y resulta de la historia evolutiva particular del conjunto de organismos que la comparten (Slice, 2005).

La morfometría agrupa a un conjunto de métodos para la descripción cuantitativa, análisis e interpretación de la forma biológica y de su variación (Rhof. 1990) y ha demostrado ser una buena herramienta para apoyar la taxonomía (Jaramillo-Ocampo, 2011). El estudio de la morfometría persigue en general dos objetivos, uno descriptivo y otro biológico: El elemento descriptivo del estudio morfométrico no se limita solamente a la representación de las variaciones del tamaño y de la forma, sino que también le interesa los cambios de dimensiones en el desarrollo del individuo (alometría ontogenética), entre individuos del mismo estadio (alometría estática) o entre poblaciones (alometría evolutiva). El objetivo biológico depende del organismo y de los problemas que él presenta. (Dujardin *et al.*, 2002).

En los Triatominae, la morfometría se ha aplicado a varios problemas que Dujardin *et al.* (2002) recopila de la siguiente manera:

- Representar las relaciones filogenéticas entre especies (Dujardin *et al.*, 1999a). Poner en relación la variación métrica y los fenómenos de especiación (Dujardin *et al.*, 1999b; Noireau *et al.*, 1997a).
- Representar la estructura de las poblaciones (Dujardin *et al.* 1997^a; 1998b; Sôares *et al.*, 1999).
- Buscar el origen de una re-infestación después del tratamiento con insecticidas (Dujardin *et al.*, 1997b).
- Estudiar la historia de las migraciones de una especie (Gorla *et al.*, 1997; Dujardin *et al.*, 1998b).

2.2.1 Morfometría tradicional (Lineal)

La morfometría tradicional utiliza las distancias lineales entre dos puntos anatómicos, las cuales se traducen en el papel en cifras, perdiendo su relación con la forma biológica. Igual podrían ser datos tomados de mediciones económicas, de encuestas

psicológicas o políticas, de objetos no biológicos, con ellas se pierde la orientación de las diferencias morfológicas (Jaramillo-Ocampo, 2011).

La morfometría tradicional indica las variables representativas de la forma de la estructura en estudio son o no distintas en las distintas etapas y, si los análisis son suficientes, en qué zona específica se encontrarían esas diferencias (Toro *et al.*, 2010). Los análisis que se realizan en morfometría tradicional no permiten la recuperación de la forma en estudio, ya que las matrices que contienen la información, basadas en datos unidimensionales, sólo pueden entregar una representación abstracta de la estructura (1993).

2.2.2 Morfometría Geométrica

La morfometría geométrica conserva a través de diferentes procesos analíticos la posición espacial relativa de los puntos anatómicos, cuya unión da la configuración geométrica de los organismos. El proceso comienza seleccionando puntos sobre las estructuras biológicas, para luego convertirlos en coordenadas. En las coordenadas crudas está la información de la variación de la conformación biológica; pero, también están contenidas las diferencias causadas por la escala a la que fueron tomadas, la orientación y la posición espacial. De tal manera que en este estado no es posible estimar los cambios de la conformación ni la dirección de tales cambios. Una vez se procesan las coordenadas mediante la morfometría geométrica se puede estudiar la variación de la conformación biológica, libre de efectos artefactos, y su co-variación con otras variables (Jaramillo-Ocampo, 2011).

La aplicación de la estadística multivariada al estudio de la covariación de la forma con sus factores casuales dio un gran paso con el uso de datos multidimensionales que logran capturar la geometría de la estructura objetivo. Esto significa que la forma del objeto en estudio no se describe en términos de sus dimensiones, sino de la relación espacial entre sus partes. La información relativa a la geometría de los objetos se puede recuperar, lo que permite la visualización de los cambios morfológicos (Toro *et al.*, 2010). La morfometría geométrica, con su origen en la estadística multivariada de datos geométricos nos puede señalar a posteriori, tanto

estadística como visualmente, qué región o estructura está siendo afectada por el factor en cuestión y cómo está siendo afectada. Por ello, el análisis con morfometría geométrica permite realizar interpretaciones de alto significado biológico, de las diferencias entre individuos, poblaciones, etc (Toro *et al.*, 2010).

III. ANTECEDENTES

3.1 Breve recopilación de la historia de la morfometría.

En sus comienzos, la morfología se centró en la descripción de la estructura observada: tejidos, células, órganos, dimensiones, formas, relaciones entre ellos, etc. Las comparaciones entre grupos o poblaciones estaban basadas en el análisis de las diferencias de sus dimensiones lineales y la forma era considerada una cualidad de la estructura, la cual, aunque podía ser detalladamente descrita, no podía ser analizada cuantitativamente (Toro *et al.*, 2010).

La comparación de las formas se utilizó en un principio en estudios taxonómicos para clasificar a las especies en base a su apariencia fenotípica. Posteriormente la morfometría se fue aplicando en estudios de variación morfológica para analizar los efectos ambientales en los organismos, los cambios a lo largo del desarrollo de los mismos y los procesos de adaptación (Dujarin *et al.*, 2000).

A partir de la década de 1930, estadísticos como Pearson y Fisher desarrollaron métodos de análisis, y luego los especialistas en biometría, con el objetivo de describir patrones de variación morfológicos intra e intergrupales, comenzaron a utilizar los análisis estadísticos multivariados análisis de componentes principales, de variables canónicas, función discriminante a grupos de variables cuantitativas, como largo, ancho, alto y ángulos. Este enfoque es actualmente conocido en biometría como “morfometría tradicional” o “morfometría multivariada” (Marcus, 1990; Rohlf y Marcus, 1993; Adams *et al.*, 2004).

Dárcy Wentworth Thompson fue precursor en enfatizar la necesidad de representar la configuración física de los organismos como objetos matemáticos, para lo cual recurrió a utilizar coordenadas cartesianas para estudiar las deformaciones de las formas de los organismos (López-Rojas. 2017).

Con el avance de las tecnologías y la estadística, la descripción pasó a la cuantificación y adquirió términos de mayor complejidad, donde no sólo se buscaba comparar parámetros entre grupos de estudio y control, sino que además se intentó

buscar relaciones entre éstos, a manera de encontrar asociaciones que permitieran explicar las diferencias observadas (Toro *et al.*, 2010).

David G. Kendall, estadístico británico, propone a fines de 1970, la definición fundamental sobre la que se basa la morfometría geométrica (Kendall, 1977, citado por Toro *et al.*, *Op. cit*) dando una idea de cómo debieran ser los procedimientos matemáticos-fundamentalmente geométricos- para llevar a cabo el análisis de la forma.

Dárcy Wentworth Thompson (1980) fue precursor en enfatizar la necesidad de representar la configuración física de los organismos como objetos matemáticos, para lo cual recurrió al expediente de utilizar coordenadas cartesianas para estudiar las deformaciones de las formas de los organismos (López-Rojas 2017).

Sería Pereira *et al.* (1996) quien propusiera que la morfología debería considerarse con cautela como el principal criterio para los estudios filogenéticos en Triatominae. Posteriormente Dujardin *et al.*, (1996;1999;2000;2002) se convertiría en uno de los máximos exponentes de las aplicaciones morfométricas para el estudio de los Triatominos.

3.2 El complejo *dimidiata*

Triatoma dimidiata fue descrito originalmente como *Reduvius dimidiatus* por Latreille en Humboldt y Bonpland (1811), donde el autor solo proporciona un dibujo de la vista dorsal del ejemplar descrito, un ejemplar macho, de color amarillo pálido con cuerpo negro, y sin escala de tamaño (Justin y Dale, 2021).

Aquella primera descripción de la especie, se cree que provenía de Perú, pero más adelante fue determinada como proveniente de Ecuador. Tiempo después Stahl C. en 1859 describiría dos especies muy similares: *Conorhinus dimidiatus* para ejemplares de Centro América y *C. maculipennis*, para ejemplares mexicanos (Stahl 1859; 1869), los cuales, volverían a entrar en discusión por Champion (1899), quien

consideraría a *C. maculipennis* como una subespecie de *C. dimidiatus*. (Dorn *et al.*, 2007).

Sería 15 años después, que Neiva (1914) incluyera a estas subespecies al género *Triatoma*, recomendando el uso del nombre más antiguo y rechazando la separación de especies, quedando como *Triatoma dimidiatus maculipennis*, renombrado posteriormente como *Triatoma dimidiata*, por Del Ponte (1921), aceptando la designación de subespecies. Sin embargo, surgiría una discrepancia sobre las supuestas subespecies *T. dimidiata maculipennis* y *T. dimidiata capitata*, donde se puede observar un desacuerdo histórico que pondría en discusión si se trataría de subespecies, variedades, especies separadas o sinonimias (Del Ponte 1921; Pinto 1925; Pinto 1931; Bequart 1933; Neiva y Lent 1936,1941; Usinger 1941; Lent y Jurberg 1985) hasta que González–Angulo y Ryckman (1967) denominaron al complejo de *Triatoma dimidiata* (Dorn *et al.*, (2007).

En 1979, Lent y Wygodzinsky realizaron una detallada revisión y descripción morfológica de las diferentes especies de Triatominos, entre las que se enfatizaron a las distintas formas de *Triatoma dimidiata* en un amplio rango geográfico, por lo que trataron de establecer si las denominaciones *T. dimidiata maculipennis* y *T. dimidiata capitata* correspondían a especies o subespecies, midiendo varios ejemplares y considerando los mismos caracteres morfológicos utilizados por Usinger (1941;1944), pero sin llegar a una clara diferenciación, exceptuando que los especímenes mexicanos (*T. dimidiata maculipennis*) poseen una cabeza más ancha en comparación con los especímenes de Colombia (*T. dimidiata capitata*), y en especial a los ejemplares de cuevas de Lanquín, Guatemala, que presentaron características como disminución de pigmentación (patrón que se observa en otras especies de artrópodos de hábitos cavernícolas), concluyendo que las poblaciones de *Triatoma dimidiata* presentan muy alta variación cromática así como en proporciones corporales, y que esas diferencias observables probablemente estén relacionadas a variación clinal.

En 1981, Zeledón, vuelve a proponer el término “complejo” para *Triatoma dimidiata*, argumentando que varias de sus características como su talla, las manchas oscuras del corión, la pigmentación de la membrana y las dimensiones de las

estructuras de la cabeza, son altamente variadas, lo cual hace difícil la identificación de la especie.

La diversidad de las formas de Triatominae en relación a patrones ambientales, despertó un fuerte interés por estudiar el papel de las presiones ambientales, por ejemplo, Pereira *et al.* (1996) abordó la relación entre la morfología de Triatominae con sus factores ecológicos, concluyendo que las similitudes de los Triatominos reflejan más a su nicho ecológico que una ascendencia común, por lo que sugiere se debe considerar a la morfología como el principal criterio para los estudios filogenéticos en Triatominae.

Dujardin *et al.* (1999) estudió la capacidad de los Triatominae de presentar cambios morfológicos como respuesta a nuevos hábitats. Dentro de una estructura polifilética, encontraron que la plasticidad morfológica parece modulada por la presión ecológica. Por lo que sugirieron el origen de nuevas unidades evolutivas dadas por una rápida adaptación morfológica a las nuevas condiciones. Consideraron que tales unidades evolutivas pueden ser morfológicamente reconocibles y ecológicamente definidas. Sin embargo, a la inversa, se podrían derivar morfos similares de diferentes unidades genéticas que se adaptan al mismo ecotopo, y en el extremo, podría darse el caso de especies hermanas, aunque consideraba que esto último sería un caso inusual pues consideraban menos frecuente la posibilidad de encontrar dos especies ocupando el mismo nicho ecológico.

Bustamante *et al.* (2004) realizaron el estudio de variación métrica de varias especies del complejo *Phyllosoma*, en el cual se incluye a *Triatoma dimidiata*, de este último, consideraron a candidatos representativos de distintas regiones geográficas (diferentes países) y también de aislamiento ecológico (cuevas y patrones de bosques tropicales), concluyendo que la distribución geográfica tiene mayor influencia en comparación con su relación al hábitat, a excepción de las poblaciones de Lanquin, Guatemala, provenientes de cuevas, las cuales mostraron claramente un grupo totalmente separado al cual atribuyen un proceso de especiación. Posteriormente, se retomó la idea de que la distribución geográfica, jugaba un papel importante en las poblaciones de Triatominos,

Dujardin *et al.* (1996b; 1999; 2000; 2002) apreciaron mucho la aplicabilidad de las herramientas morfométricas para describir los cambios o diferencias en *Triatomini* para explicar los patrones biogeográficos que estos presentan, pues su efectividad permitió entender mejor las diferencias dentro y entre poblaciones y ecotopos (Dujardin *et al.*, 1996b), caracterización morfológica para la diferenciación geográfica (Dujardin *et al.*, 2000), como marcador de especies adaptadas a ecotopos domésticos (Bustamante, 2001) y la relación de tamaño en relación a la influencia del ambiente (Dujardin *et al.*, 2002).

En México Lehmann *et al.* (2005) estudiaron la variación morfológica (morfometría lineal) en alas de *Triatoma dimidiata* con poblaciones de la costa del centro oriente, Península de Yucatán y Guatemala, encontrando que las poblaciones de Veracruz y San Luis Potosí son indistinguibles entre ellas, pero claramente diferentes de las poblaciones de la Península de Yucatán y Guatemala.

Monrroy (2005) analizaron la aplicabilidad de la morfometría tradicional entre poblaciones de *Triatomini* de Guatemala que habían sido tratadas con rociamiento para su control, evaluando las asimetrías morfométricas, patrones de movilidad y estabilidad de esas poblaciones, asegurando que es muy recomendable la aplicación de las herramientas morfométricas sobre todo por su fácil aplicación

Esteban-Adarme (2010), presume ser quien realiza el primer estudio morfométrico de *Triatoma dimidiata*, después de Usinger (1944) y Lent y Wigodzensky (1979), que incluía la variación externa intraespecífica y la genitalia externa de cuatro poblaciones en Colombia, en el cual reporta estructuras como las porciones de la cabeza, coloración del pronoto y la genitalia externa, evidenciando patrones de distribución geográfica, pero con un gran polimorfismo que se refleja en la descripción de conexivo, sugiriendo ampliar el estudio con otras técnicas para validar los hallazgos.

Esteban-Adarme (2010), enfatiza en su discusión el problema sobre la descripción del holotipo de Latreille (1811), especialmente sobre la coloración del cuerpo y otros caracteres de diagnóstico, agregando que en las descripciones de Usinger (1941) tampoco se menciona la coloración del pronoto.

Menes-Hernández (2014) realiza un estudio de morfometría tradicional para *Triatoma dimidiata* con poblaciones de México, Guatemala y Colombia, de las cuales evaluaron las diferencias métricas de estructuras de la cabeza y alas. Nuevamente se sugiere que el origen geográfico de las poblaciones tiene mayor influencia que el hábitat del que provienen en cuanto a la forma de la cabeza de los especímenes refiere, haciendo especial mención de que las poblaciones de la península de Yucatán y de Tuxpan (México), tienden a diferenciarse del resto de los ejemplares centroamericanos, de las cuales, retoma el caso de la población de Lanquin, Guatemala, las cuales fueron obtenidas de cuevas y sus estructuras difieren métricamente del resto.

3.3 Aportaciones sobre la diversidad genética de *Triatoma dimidiata*

Dujardin *et al.* (1999) reconocían la importancia de las aplicaciones bioquímicas y genéticas para el estudio de poblaciones con fines taxonómicos, por lo que al abordar la historia evolutiva de Triatominae, se cuestionaban hasta donde serían válidas las clasificaciones basadas en morfología para evaluar sus relaciones filogenéticas.

Los estudios moleculares de *Triatoma dimidiata* realizados por Marcilla *et al.*, (2001) provocaron una revolución en la comprensión de la diversidad de *T. dimidiata*, estos estudios serían los primeros en abordar la posibilidad de más de una especie en el complejo, respaldado por sus resultados moleculares,

Bargues *et al.* (2008) analizaron las relaciones intraespecíficas, de poblaciones de *Triatoma dimidiata* y otros complejos de especies (*Phyllosoma*, *Flavida* y *Protacta*). Como resultado, encontraron una gran diversidad genética para *T. dimidiata*, reportando 31 haplotipos disponibles de 131 ejemplares de México y Centroamérica, los cuales se agrupan en tres importantes grupos de los cuales el primero se divide en dos subgrupos a los que asigno una identidad taxonómica (sub grupo 1A: *T. d. dimidiata*; sub grupo 1B *T. dimidiata capitata*; grupo 2: *T. d. maculipennis*) y el tercer grupo separado como una posible especie propia (*T. sp. aff. dimidiata*). Todos estos claramente diferenciados del resto de especies del complejo *Phyllosoma*.

Dorn *et al.* (2009), analizaron la taxonomía con bases moleculares de *Triatoma dimidiata* en Centroamérica (Sur de México hasta Costa Rica) utilizando marcadores mitocondriales del tipo Citocromo b (Cytb) e ITS-2, encontrando que la especie se podría dividir en cuatro taxones de los cuales, el denominado grupo 3, representa a una especie potencialmente críptica dispersa entre México, Guatemala y Belice.

Más adelante, Monteiro *et al.* (2013), retomarian la investigación del complejo *dimidiata*, ahora apoyado con los marcadores mitocondriales Cyt-b y Cyt-b+ND4, llegando a conclusiones similares a las reportadas por Bargues *et al.* (2008), sosteniendo un origen monofilético de cuatro grupos filogenéticos de *Triatoma dimidiata* y *Triatoma hegneri* (grupo hermano más próximo), de los cuales, propone aceptar a estos cinco clados como especies con linajes independientes, es decir, cinco especies distintas en el complejo *dimidiata*, haciendo especial observación del grupo cuatro como una especie críptica.

Los estudios filogenéticos sobre el *Triatoma dimidiata* s.l. en las últimas dos décadas han arrojado luz para esclarecer el denominado complejo, al mismo tiempo de haber generado un importante debate sobre la verdadera identidad del vector (*Triatoma dimidiata sensu stricto*) debido a la ausencia del holotipo original de Latreille (1811), pero ha dado como resultado el descubrimiento de nuevas especies, ya que la identidad de los grupos filogenéticos mencionados por Monteiro *et al.* (2013) ha sido descrita recientemente por autores que han aportado las evidencias morfológicas, geográficas y moleculares, nombrando al menos a dos nuevas especies: Grupo IV: *Triatoma mopan* s.n. (Dorn *et al.*, 2018) y Grupo III: *Triatoma huehuetenanguensis* s.n. (Lima-Cordon *et al.*, 2019).

Ante el problema de la ausencia de la información del origen exacto del holotipo de *Triatoma dimidiata*, descrito por Latreille en 1811, Justi y Dale (2021) se propusieron asignar y describir a un neotipo (*Triatoma dimidiata sensu stricto*), conforme a la descripción original de Latreille y lo más cercano a la localidad original, con la finalidad de facilitar la comprensión de la sistemática de esta especie. Esto permitió clarificar la composición y la sistemática interna del complejo *dimidiata*, por lo que también

asignaron la identidad genética del neotipo, basado en el genoma mitocondrial completo, las secuencias de ADNr nuclear y el espaciador transcrito ITS2.

La asignación del neotipo realizado por Justin y Dale (2021) ofrece conclusiones muy interesantes, ya que de la comparación de 199 ejemplares de colecciones entomológicas (106 ejemplares provenientes del *Smithsonian Institution-National Museum of Natural History* y 93 del *American Museum of Natural History*), solo un ejemplar coincidió con las descripciones originales de Latreille (1811), así como solo una de las más de 100 secuencias genéticas consultadas en el *GenBank* (*Cytb*) coincidió con el neotipo determinado. Por lo que sugieren que la verdadera *Triatoma dimidiata* s.s. debe considerarse una especie rara, con un rango aparentemente limitado, lo cual contradice la idea de que *T. dimidiata* sea una de las especies más extendidas del género y posiblemente en las regiones en las que se ha reportado.

IV. JUSTIFICACIÓN

En los últimos años, se ha estudiado con especial interés a *Triatoma dimidiata*, no solo por su importancia epidemiológica como vector de la enfermedad de Chagas (*Tripanosomiasis americana*), pues también se ha demostrado que esta especie ha tenido una gran capacidad de colonización en centro América, donde se ha diversificado, reconociéndose actualmente un complejo taxonómico, desde Colombia hasta México (Dotson *et al.*, 2009; Grisaldes *et al.*, 2010; Pech-May *et al.*, 2019), así como la determinación de dos nuevas especies a través de las técnicas morfométricas y moleculares (Dorn *et al.*, 2018; Lima-Cordon *et al.*, 2019), que antes se consideraban la misma especie (*Triatoma dimidiata*).

La mayoría de los autores antes mencionados, han investigado a la especie en distintos países, abarcando una considerable extensión de territorio donde ha sido reportada la presencia de *Triatoma dimidiata*, pero existen aún diversas regiones en las que no se ha estudiado a esta especie. Por lo tanto, es necesario contribuir a la generación de información que permitirá entender mejor la variación morfológica de esta especie.

La World Health Organization (2002) resalta el riesgo que representan los Triatomíneos para las poblaciones humanas por la transmisión de *Trypanosoma cruzi*, pues son especies que han evolucionado para vivir cerca de los humanos. Es por esto que este tipo de investigaciones contribuyen a mejorar comprensión de la adaptación y evolución de las poblaciones de *Triatoma dimidiata*, para que en consecuencia nuestros datos logren contribuir a la selección de estrategias apropiadas para el control de vectores en estas regiones.

V. OBJETIVOS

a. Objetivo general:

- Analizar la variación morfológica de poblaciones de *Triatoma dimidiata* en tres regiones fisiográficas del sureste de México.

b. Objetivos específicos:

- Evaluar la variación del tamaño de las principales estructuras morfológicas de poblaciones de *Triatoma dimidiata* en tres regiones fisiográficas del sureste de México a partir de un enfoque de morfometría lineal.
- Evaluar diferencias en la forma del pronoto y la capsula cefálica de poblaciones de *Triatoma dimidiata* de tres regiones fisiográficas del sureste de México.

VI. ZONA DE ESTUDIO

Este proyecto de investigación se desarrolló durante el periodo Febrero 2020 a junio de 2022, especialmente en la temporada de sequía, ya que es cuando la especie tiene mayor presencia. Para la recolecta de ejemplares adultos de *Triatoma dimidiata* se realizaron colectas en tres eco-regiones del sur del país: Montañas del norte de Chiapas, Cuenca del Papaloapan de Tuxtepec y la Península de Yucatán (Figura 6).

Cuadro 2. Localidades de estudio de acuerdo a tres eco-regiones del sur del país.

Región	Localidad	Longitud	Latitud	Tipo de clima	Vegetación dominante	MSNM	Individuos
Montañas del Norte	Cushipac	17° 10'56.02"	93° 19'4.9"	Cálido húmedo	Selva mediana perennifolia	520	1
	Cushipac	17° 10'56.17"	93° 19'5.2"	Cálido húmedo	Selva mediana perennifolia	525	1
	Cushipac	17° 10' 56.2"	93° 19'.01"	Cálido húmedo	Selva mediana perennifolia	525	1
	Cushipac	17° 11' 2.72"	93° 19'3.3"	Cálido húmedo	Selva mediana perennifolia	541	1
	Cushipac	17° 11' 3.12"	93° 19'2.2"	Cálido húmedo	Selva mediana perennifolia	546	1
	Cushipac	17° 11'3.98"	93° 19'2.7"	Cálido húmedo	Selva mediana perennifolia	548	7
	Cushipac	17° 10'56.17"	93° 19'5.2"	Cálido húmedo	Selva mediana perennifolia	525	1

Cushipac	17° 10' 56.2"	93° 19'5.0"	Cálido húmedo	Selva mediana perennifolia	525	1
Cushipac	17° 11' 2.72"	93° 19'3.3"	Cálido húmedo	Selva mediana perennifolia	541	2
Cushipac	17° 11' 3.12"	93° 19'2.2"	Cálido húmedo	Selva mediana perennifolia	546	1
Ejido. Morelos	17° 11' 5.85"	93° 15'5.7"	Cálido húmedo	Selva mediana perennifolia	667	1
Ejido. Morelos	17° 11' 5.89"	93° 15'4"	Cálido húmedo	Selva mediana perennifolia	664	1
Ejido. Morelos	17° 11' 5.38"	93° 15'50"	Cálido húmedo	Selva mediana perennifolia	664	2
Ejido. Morelos	17° 11' 5.85"	93° 15'49."	Cálido húmedo	Selva mediana perennifolia	665	1
La Pimienta	16° 22'44.29"	91° 6' 59.7"	Cálido húmedo	Selva mediana perennifolia	336	3
Ejido. Campeche	17° 10'36.29"	93° 12' 0.8"	Cálido húmedo	Selva mediana perennifolia	1364	2
Ejido. Campeche	17° 10' 36.2"	93°12' 4.6"	Cálido húmedo	Selva mediana perennifolia	1383	1
Ejido. Campeche	17° 10' 37.5"	93° 12' 0.9"	Cálido húmedo	Selva mediana perennifolia	1378	2
Lázaro Cárdenas	17° 9' 18.61"	93° 13' 34	Cálido húmedo	Selva mediana perennifolia	1265	1

	Lázaro Cárdenas	17° 9' 19.25"	93° 13'34"	Cálido húmedo	Selva mediana perennifolia	1260	1
	Lázaro Cárdenas	17° 9' 23.86"	93° 13'40"	Cálido húmedo	Selva mediana perennifolia	1236	2
	División Norte	17° 4' 0.98"	93° 16'39.7"	Cálido húmedo	Selva mediana perennifolia	1117	1
	División Norte	17° 4' 1.81"	93° 16'42"	Cálido húmedo	Selva mediana perennifolia	1117	1
Cuenca del Papaloapan	Chinantilla	17° 48' 26.1"	96° 14'38"	Cálido húmedo	Selva mediana perennifolia	31	1
	Leyes	17° 56'29.36"	96° 6' 10.2"	Cálido húmedo	Selva mediana perennifolia	43	1
	Leyes	17° 56' 33.2"	96° 6' 7.34"	Cálido húmedo	Selva mediana perennifolia	41	2
	Leyes	17° 56' 26.7"	96° 6' 8.06"	Cálido húmedo	Selva mediana perennifolia	36	1
	Leyes	17° 56' 26.7"	96° 6' 8.06"	Cálido húmedo	Selva mediana perennifolia	36	1
	EL manantial	17° 56' 6.89"	96° 6' 2.52"	Cálido húmedo	Selva mediana perennifolia	40	1
	EL manantial	17° 56' 6.89"	96° 6' 2.52"	Cálido húmedo	Selva mediana perennifolia	40	1
	EL manantial	17° 56' 3.55"	96° 6' 0.93"	Cálido húmedo	Selva mediana perennifolia	39	1

	EL manantial	17° 56' 5.02"	96° 5'57"	Cálido húmedo	Selva mediana perennifolia	46	1
	EL manantial	17° 56' 5.02"	96° 5'57.6"	Cálido húmedo	Selva mediana perennifolia	46	1
	EL manantial	17° 56' 9.88"	96° 5'57.5 "	Cálido húmedo	Selva mediana perennifolia	37	1
	EL manantial	17° 56' 7.97"	96° 5'57.4"	Cálido húmedo	Selva mediana perennifolia	40	1
	EL manantial	17° 56' 7.97"	96° 5'57.4"	Cálido húmedo	Selva mediana perennifolia	40	1
	Loma alta	18° 8' 5.89"	95° 57'31"	Cálido húmedo	Selva mediana perennifolia	35	3
	Loma bonita	18° 6' 36.14"	95° 53'43"	Cálido húmedo	Selva mediana perennifolia	23	4
	EL azufre	18° 4' 2.31"	96° 4'38"	Cálido húmedo	Selva mediana perennifolia	38	1
	Tuxtepec	18° 8' 5.89"	95° 57'31"	Cálido húmedo	Selva mediana perennifolia	20	9
Península de Yucatán	Mérida	20° 56'11.75"	89° 38'41"	Cálido subhúmedo	Selva baja caducifolia	8	2
	Mérida	20° 55' 46.9"	89° 35'31"	Cálido subhúmedo	Selva baja caducifolia	7	4
	Mérida	20° 59' 8.01"	89° 33'33"	Cálido subhúmedo	Selva baja caducifolia	7	1
	Mérida	20° 57'16.09"	89° 36'15"	Cálido subhúmedo	Selva baja caducifolia	10	2
	Mérida	20° 55' 6.77"	89° 31'34"	Cálido subhúmedo	Selva baja caducifolia	10	5

Mérida	21° 1' 50.7"	89° 33'2.6"	Cálido subhúmedo	Selva baja caducifolia	7	2
Mérida	20° 55' 46.9"	89° 35'31"	Cálido subhúmedo	Selva baja caducifolia	7	2
Mérida	20° 55' 6.77"	89° 31'34"	Cálido subhúmedo	Selva baja caducifolia	13	3
El Conkal	21° 4' 20.67"	89° 32'15"	Cálido subhúmedo	Selva baja caducifolia	10	1
El Conkal	21° 4' 18.8"	89° 32'13"	Cálido subhúmedo	Selva baja caducifolia	7	2
El Conkal	21° 4' 20.67"	89° 32'15"	Cálido subhúmedo	Selva baja caducifolia	7	2
El Conkal	21° 4' 33.38"	89° 31'51"	Cálido subhúmedo	Selva baja caducifolia	7	3

a. Montañas del Norte.

Se ubica al norte del estado de Chiapas y ocupa aproximadamente el 16% del territorio estatal. Se caracteriza por un sistema montañoso con predominancia de rocas calizas. Limita con la Planicie Costera del Golfo al norte y la Depresión Central de Chiapas al sur (CEIEG, 2022).

En esta región se realizaron muestreos en la localidad de San José Cushipac y Campeche, Lázaro Cárdenas y Morelos. Estas localidades son separadas por una cordillera de montañas medianas de aproximadamente 600 a 700 MSNM (datos del GPS). San José Cushipac se localiza en el municipio de Tecpatán (16° 59' y 17° 24' de latitud norte; los meridianos 93° 14' y 93° 53' de longitud oeste) que se caracteriza por altitudes de entre 0 y 1 100 m. El clima predominante en esta región es cálido húmedo con abundantes lluvias en verano (49.92%). La vegetación dominante en San José Cushipac es selva mediana perennifolia (INEGI, 2010a).

Las localidades Campeche, Lázaro Cárdenas y Morelos pertenecen al municipio de Copainalá (17°00' y 17°14' de latitud norte; los meridianos 93°08' y 93°23' de longitud oeste), que se caracteriza por un clima cálido húmedo con abundantes lluvias en verano (41.58%), temperatura media anual entre los 20 a 28°C, y una

precipitación anual de 800 – 2 500 mm. En estas comunidades la vegetación dominante observada fue Selva mediana perennifolia, poco perturbada, con actividad agrícola/b (INEGI, 2010b).

b. Cuenca del Papaloapan.

En esta región se realizaron búsquedas de triatominos en cuatro localidades: El manantial, Loma bonita, San Lorenzo, El Azufre. Todas las localidades pertenecen al municipio de Tuxtepec (17° 47' y 18° 19' de latitud norte; los meridianos 95° 51' y 96° 19' de longitud oeste) Oaxaca, distribuidas dentro de la eco-región denominada Llanura Costera del Golfo Sur. Esta región se caracteriza por un gradiente altitudinal que va desde los 0 y 500 msnm. (INEGI, 2010c). Presenta llanura aluvial y llanura con lomerío, con un clima cálido húmedo con abundantes lluvias en verano (90.41% del territorio), con precipitaciones anuales que van desde 1 500 a 3 500 mm, y una temperatura media anual de 24 a 28°C. (INEGI, 2010c). En las localidades de estudio se observó una vegetación dominante de selva mediana perennifolia conservada en lomas, colindante con viviendas humanas de baja densidad poblacional y cultivos de caña de azúcar sobre las planicies.

c. Península de Yucatán.

En esta región se realizaron búsquedas de triatominos en cinco localidades: Conkal, Kaua, San Lorenzo, San Francisco, y Loop-Xul. La Península de Yucatán (20° 41' y 21° 12' de latitud norte; los meridianos 89° 27' y 89° 49' de longitud oeste) se caracteriza por altitudes que oscilan entre 0 y 100 msnm. Con un relieve tipo llanura rocosa de piso rocoso o cementado. En esta región predomina vegetación con elementos de la selva seca caducifolia y clima cálido subhúmedo con lluvias en verano, de menor humedad, y en algunas regiones semis eco muy cálido y cálido, con precipitaciones anuales entre los 500 – 1 000 mm y una temperatura media anual de 24 a 28°C. En esta región que conserva el 67.63% de su territorio. La vegetación

dominante observada fue selva baja caducifolia sobre calizas, en un promedio de 6 msnm, frecuentemente conservada en las localidades visitadas (INEGI, 2010d).

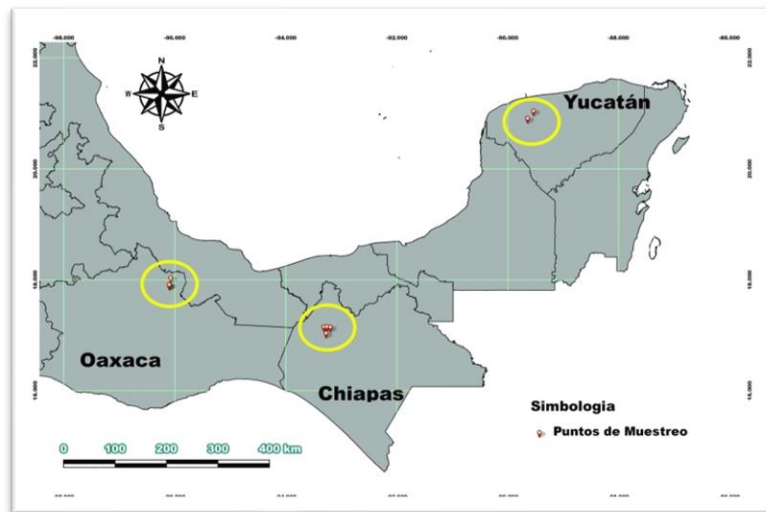


Figura 6. Mapa de la ubicación de los puntos de muestreo donde se realizaron las capturas de ejemplares de *Triatoma dimidiata* en las regiones del sureste de la república mexicana.

VII. MÉTODO

7.1 Recolecta de Triatominos

La búsqueda de ejemplares de *T. dimidiata* se realizó en dos periodos que comprenden los meses de enero a abril del 2021 y enero a abril del 2022. Este periodo comprende al pico de mayor actividad de las chinches que coincide como los periodos más más calurosos en los que la especie se dispersa del ambiente selvático al domésticos y peidoméstico en lagunas regiones del sureste de México (Dumonteil *et al.*, 2009).

Para la recolecta se emplearon trampas de Luz, cebo humando y búsqueda manual (o directa) (Figura 7). Las trampas de luz consistieron en mantas blancas de 2x3 metros colocadas sobre la vegetación disponible a manera de pantallas flotantes sobre las que se proyectó luz blanca de origen LED. Adicionalmente y de forma complementaria, otra manta (del mismo material) era colocada sobre el suelo para reflejar la luz y detectar la presencia de Triatominos. Las trampas (2 por punto de muestreo) fueron colocadas en senderos con vegetación conservada dentro de los predios, y alejadas de la iluminación de la población aledaña para evitar sesgos de atracción por la luz artificial. Cada trampa se mantuvo activa por lo menos 4 horas entre las 19:00 y las 24:00 horas del día ya que la especie presenta actividad nocturna.



Figura 7. Trampa de luz con mantas blancas extendidas en dos dimensiones para la captura de Triatominos.

La técnica del cebo humano consistió en colocar un banco de madera sobre la manta horizontal de una de las trampas de luz. Ahí un voluntario se sentaba mientras observaba la trampa de luz, manteniendo constante vigilancia del arribo de Triatominos por vía terrestre sobre la manta o en la pantalla flotante.

La búsqueda manual consistió en un esfuerzo de muestreo diurno y nocturno el cual operó por cuatro horas/hombre en la mañana (entre 9:00 y 13:00 horas del día) al interior de domicilios (en orificios y grietas de paredes, debajo de camas, detrás de cuadros y muebles) y en el peridomicilio (entre las maderas, entre muebles, costales, macetas y corrales). Durante la búsqueda manual se visitaron un promedio de 10 a 20

casas por zona de muestreo (dependiendo de las posibilidades y el permiso de consentimiento). El criterio de selección de las casas candidatas a búsqueda de Triatominos fue dirigido, considerando la constitución de sus materiales de construcción (por ejemplo: paredes de adobe, bajare o madera, techo de palma o lamina, suelo de tierra y almacenamiento de leña), así como cercanía a la vegetación selvática y patios con animales de corral (gallinas, ovinos, cerdos, palomas, etc.). Las búsquedas ocurrieron durante cuatro horas por noche (entre las 19:00 y 22:00 horas).

7.2 Manejo de los triatominos

Los triatominos recolectados en los muestreos, fueron capturados con todas las precauciones utilizando pinzas metálicas de disección. Los ejemplares fueron resguardados en frascos de plástico transparente (rotulados con la localidad, fecha y región). Cada frasco contenía recortes de papel filtro al interior para reducir el estrés de los Triatominos y conservarlos vivos hasta el momento de su preparación en laboratorio.

7.3 Tratamiento y montaje

Los Triatominos fueron depositados en una cámara letal para poder manipularlos adecuadamente. Los ejemplares se preservaron en alcohol al 90% en tubos tipo Falcon durante al menos 24 horas con la finalidad de fijar cualquier otro microorganismo presente en cada muestra, especialmente hongos y el agente etiológico *Trypanosoma cruzi*. Posteriormente, se realizó el montaje de los Triatominos sobre placas de unicel y alfileres entomológicos de grado 1. Con una etiqueta en la base que contiene la información de la fecha de recolecta, lugar de procedencia, colector, especie y una clave o ID, misma que se registró en la base de datos del Laboratorio de Investigación y Diagnóstico Molecular, del Instituto de Ciencias Biológicas de la UNICACH.

7.4 Identificación de Triatominos

Se recurrió a la guía de Lent y Wygodzinsky (1979) así como diversos artículos de reciente publicación (Lima-Cordon *et al.*, 2019; Dorn *et al.*, 2018) que detallan las descripciones de las nuevas especies, derivadas del complejo *dimidiata*. Esto con la finalidad de obtener la identidad correcta de los individuos.

Los ejemplares fueron observados bajo la lente de un microscopio estereoscopio marca Amscope para facilitar la observación de sus estructuras.

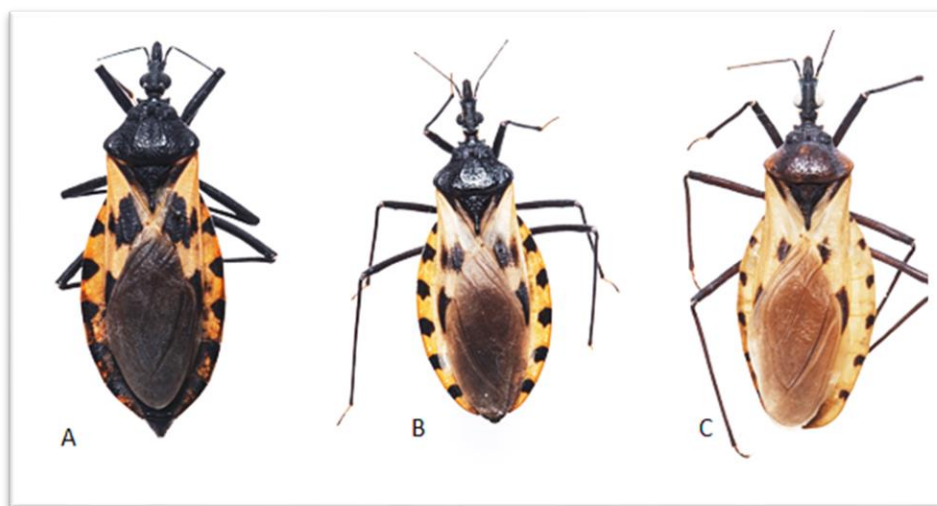


Figura 8. Comparación de ejemplares de *Triatoma dimidiata* provenientes de las tres regiones fisiográficas. A) Montañas del Norte. B) Cuenca del Papaloapan. C) Península de Yucatán.

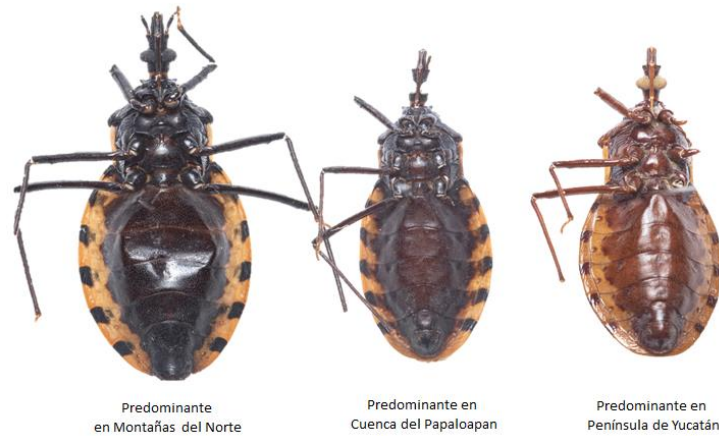


Figura 9. Vista ventral de los ejemplares de *Triatoma dimidiata* en las tres regiones estudiadas.

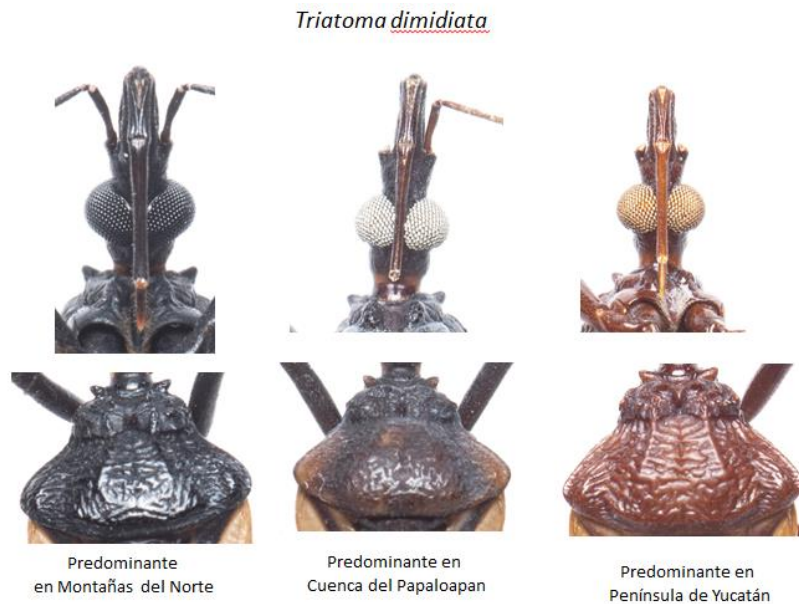


Figura 10. Vista de del rostrum y pronoto de *Triatoma dimidiata* de las tres regiones estudiadas.

7.5 Análisis morfométrico

7.5.1 Captura de medidas lineales y geométricas.

Se tomaron fotografías de distintas regiones corporales de los ejemplares colectados, los cuales fueron previamente disecados para estandarizar la obtención de imágenes, reducir el margen de error en las mediciones y facilitar la recolección de datos. Para ello, se separaron los dos pares de alas, los apéndices y la probóscide, que fueron

montados individualmente sobre portaobjetos microscópicos con bases de silicona diseñadas especialmente para mantener estas estructuras fijas entre las láminas de cristal. Este procedimiento permitió asegurar una correcta medición lineal y estandarizar la toma de fotografías, garantizando que todas las imágenes se capturaran en un mismo plano. Cada muestra fue etiquetada con un código único para conservar su identidad original. El cuerpo restante fue preservado mediante la técnica de alfilerado en cajas entomológicas. La captura de imágenes de las estructuras se realizó utilizando una cámara profesional Canon i5 montada sobre un trípode, a una altura fija de 40 cm respecto a la superficie de trabajo. La cámara fue orientada perpendicularmente hacia una base de unicel de 10 × 10 cm, forrada con cartulina blanca, en la cual se delimitaron los márgenes para la correcta colocación de las muestras, incluyendo una escala de referencia de 1 cm. Este montaje permitió estandarizar la obtención de imágenes de los triatominos, asegurando condiciones homogéneas para el análisis morfométrico geométrico y la medición de variables lineales.



Figura 11. Esquema del montaje de la disección y montaje de los ejemplares de *Triatoma dimidiata* para la estandarización de fotografía.

7.5.2 Datos de morfometría lineal.

En este estudio las variables morfológicas se agruparon en cuatro categorías: 1) cápsula cefálica, 2) probóscide, 3) cuerpo, y 3) estructuras de locomoción (alas y patas). A partir de esta división, se seleccionaron un total de 33 variables morfológicas, definidas como mediciones lineales entre dos puntos anatómicos (de un punto A, a un punto B). La selección se basó en variables comúnmente utilizadas en estudios previos sobre triatominos (Lent y Wygodzinsky, 1979; Dorn *et al.*, 2018; Lima-Cordón *et al.*, 2019; Justin y Dale, 2021). No obstante, en esta propuesta adicionamos nuevas mediciones correspondientes al tamaño de las alas, hemélitros y manchas alares. Las mediciones lineales de las estructuras mencionadas se realizaron por computadora con el apoyo del programa AmScope For Digital Camera Versión 4.0.

7.5.3 Análisis de datos de morfometría lineal.

Los datos fueron analizados separados por sexo y considerando análisis univariados y multivariados. Para el análisis univariado, para cada estructura probamos el ajuste de normalidad y homocedasticidad de varianza. Después, para descartar a aquellas estructuras que no presentaran diferencias significativas entre regiones realizamos un análisis de varianza (ANOVA) o Kruskal-Wallis, según ajuste de normalidad y homocedasticidad de varianza. Así mismo, realizamos una prueba pos hoc considerando la diferencia mínima significativa (LSD) de Fisher para los resultados de la prueba ANOVA y para la prueba de Kruskal-Wallis. Posteriormente, realizamos un análisis de correlación múltiple con todas las variables para conocer las asociaciones significativas entre ellas ($P < 0.05$).

Para el análisis multivariado, utilizamos el subset de datos generados para cada sexo a partir del análisis univariado, y exploramos patrones de variación entre individuos a partir de un análisis de Componentes Principales (PCA). Luego, se realizó un análisis discriminante (LDA) considerando a las regiones como grupos a priori. Para determinar aquellas regiones discriminadas, realizamos un ANOVA sobre los scores derivados del LDA y posteriormente los scores obtenidos del análisis se sometieron a una prueba de múltiples rangos como prueba post-hoc. Finalmente, se estimaron las

distancias de Mahalanobis y con ellas se construyó un análisis de conglomerados basado en el algoritmo de UPGMA para detectar patrones de similitud jerárquica.

Los análisis univariados fueron desarrollados en el programa estadístico Statgraphys Centurio XVI (StatPoint, Inc) mientras que los análisis multivariados fueron conducidos en PAST 4.0.

Tabla 3. Variables morfológicas lineales de *Triatoma dimidiata* consideradas en el presente estudio, sus códigos de abreviación y unidades de medida.

Variable	Abreviatura	Unidad	Región corporal
Longitud total	Lt	mm	Cuerpo
Ancho total	At	mm	Cuerpo
Longitud cabeza	Lc	mm	Cápsula cefálica
Ancho cabeza	Ac	mm	Cápsula cefálica
Longitud cuello	Ln	mm	Cápsula cefálica
Ancho cuello	An	mm	Cápsula cefálica
Longitud anterocular	Lao	mm	Cápsula cefálica
Longitud postocular	Lpo	mm	Cápsula cefálica
Longitud antena I	Lal	mm	Cápsula cefálica
Longitud antena II	Lall	mm	Cápsula cefálica
Longitud antena III	LalII	mm	Cápsula cefálica
Longitud antena IV	LalIV	mm	Cápsula cefálica
Longitud probóscide I	Lpl	mm	Probóscide
Longitud probóscide II	LplI	mm	Probóscide
Longitud probóscide III	LplII	mm	Probóscide
Longitud fémur anterior	Lfa	mm	Locomoción
Longitud tibia anterior	Lta	mm	Locomoción
Longitud fémur medio	Lfm	mm	Locomoción
Longitud tibia media	Ltm	mm	Locomoción
Longitud fémur posterior	Lfp	mm	Locomoción
Longitud tibia posterior	Ltp	mm	Locomoción
Longitud ala total	Lat	mm	Locomoción
Longitud hemielitra	Lhe	mm	Locomoción
Ancho hemielitra	Ahe	mm	Locomoción
Longitud mancha clavus	Lmc	mm	Locomoción
Longitud mancha corium	Lmco	mm	Locomoción
Longitud mancha emb	Lme	mm	Locomoción
Ancho mancha clavus	Amc	mm	Locomoción
Ancho mancha corium	Amco	mm	Locomoción
Ancho mancha emb	Ame	mm	Locomoción
Longitud total de manchas	Ltm	mm	Locomoción
Ancho total de manchas	Atm	mm	Locomoción

7.5.5 Análisis de datos de morfometría geométrica

Las coordenadas Procrustes fueron utilizadas para explorar los patrones de variación en la forma de la cabeza y el pronoto entre todos los individuos. Para ello, realizamos un análisis de componentes principales (PCA) en el programa PCAGen8 (Sheets, 2005b). Para evaluar las diferencias en la forma de ambas estructuras según el sexo, se realizaron análisis multivariados de varianza mediante análisis de variables canónicas (CVA) en el programa CVAGen8 (Sheets, 2005c), donde el grupo a priori fueron las regiones (Montañas del Norte=MN, Cuenca del Papaloapan=CP, Península de Yucatán=PY). Para identificar los grupos discriminados por cada eje canónico, se realizó un ANOVA seguido de la prueba de múltiples rangos como post-hoc sobre los valores de los scores. Los cambios en forma de acuerdo a los grupos discriminados en cada eje fueron visualizados en la placa delgada de deformación (TPS, thin plate spline). A partir de los datos de forma de ambas estructuras, estimamos las distancias pareadas de Mahalanobis para construir un análisis de cluster basado en el algoritmo UPGMA y determinar patrones de similitud jerárquicos de la forma de cada estructura por sexo.

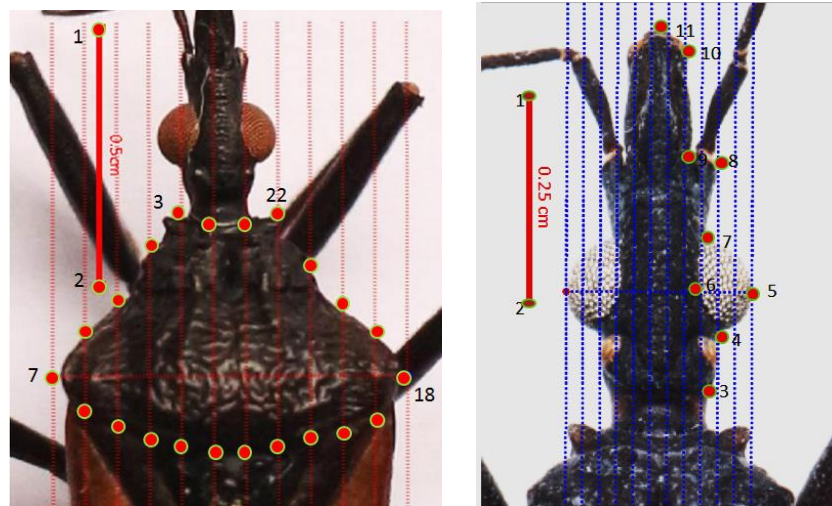


Figura 13. Esquema del proceso de marcado y digitalización de los landmarks usado en el pronoto (Izq.) y estructura cefálica (Der.) de *Triatoma dimidiata* para el estudio de morfometría geométrica, los dos primeros puntos son marcados sobre la escala de referencia

VIII. RESULTADOS

8.1 Morfometría lineal

Los análisis de la varianza realizados para las 34 variables morfológicas de hembras y machos de *Triatoma dimidiata*, reveló que no todas las variables presentan diferencias estadísticamente significativas entre las tres regiones (Montañas del Norte, Cuenca del Papaloapan y Península de Yucatán), y en su mayoría no son las mismas entre machos y hembras, pues fueron 21 variables (63.64%) para los machos y únicamente ocho variables diferentes (24.24%) para las hembras (Anexo 4). A continuación, se presentan los resultados por tipo de análisis (univariado y multivariado).

8.1.1 Análisis Univariado

Hembras. Las **ALAS** posteriores fueron las únicas que mostraron diferencias significativas, siendo las provenientes de la región de Montañas del norte ligeramente más grandes (LA2, AA2). Considerando el largo (LM1) y el ancho (AM1) de la mancha 1 de las hemiltras, el único grupo que mostró diferencias fueron los provenientes de la Península de Yucatán. De las variables medidas en la estructura **CEFÁLICA**, solo el diámetro del ojo presentó diferencias significativas para las hembras entre las tres regiones fisiográficas, siendo las provenientes de la Península de Yucatán las que presentaron los ojos más pequeños respecto a las provenientes de Montañas del Norte y Cuenca del Papaloapan, siendo estas últimas las que presentaron ojos con diámetros de mayor tamaño.

Machos. Los análisis realizados demuestran que en general los machos difieren en magnitud, donde los individuos procedentes de las Montañas del norte (M.N.) tienden a ser más grandes que las de aquellas presentes en la Cuenca del Papaloapan (C.P.) y la Península de Yucatán (P. Y.). En las **ALAS**, se observan diferencias en el tamaño de las manchas alares entre las regiones, siendo las manchas más grandes presentes en aquellos individuos procedentes a poblaciones en la región de Montañas del Norte, y manchas de menor tamaño presentes en individuos de la Península de

Yucatán, aunque estas últimas muy similares con las procedentes de la Cuenca del Papaloápan respecto al largo de la mancha 2.

El tamaño del **CUERPO** es mayor en aquellos ejemplares provenientes de la región de Montañas del Norte (M.N.), siendo más pequeños tanto en largo como en ancho los provenientes de la Cuenca del Papaloapan y Península de Yucatán. Las mediciones del largo como el ancho del pronoto de los machos demostraron que los ejemplares provenientes de la Península de Yucatán y de la Cuenca de Papaloapan no presentaron diferencias significativas, mientras que los individuos de las Montañas del Norte tienen el pronoto más grande por una diferencia promedio de casi 0.10 cm (Anexo 5).

Solo tres de las variables de la estructura **CEFÁLICA** mostraron diferencias significativas: largo de la cabeza (LC), diámetro del ojo (Do) y clépeo (Cly). Estas tres estructuras fueron más grandes en individuos de poblaciones de la región de Montañas del Norte en comparación con individuos de la Cuenca del Papaloapan y Península de Yucatán quienes no mostraron diferencias significativas entre ellos.

En cuanto a la longitud de las **PATAS**, se observan diferencias significativas entre regiones únicamente para el tercer segmento del primer par de patas, y los primeros y terceros segmentos del segundo par de patas. Los datos muestran de forma consistente una mayor longitud para los individuos provenientes de la región de Montañas del Norte (M.N.) que el resto de las regiones.

8.1.2 Análisis Multivariado

Hembras. Los análisis de componentes principales muestran que los dos primeros ejes acumulan el 72.11% de la variación (CP1= 51.58%, CP2= 20.53%) (Anexo 9-10, Figura 14). El análisis de discriminantes (Figura 15) basado en ocho variables lineales (AA2, LA2, LM1, AM1, Do, R2, R3, Z3) revela un eje significativo (73%) que respaldado por el ANOVA (anexo 12) y por la prueba de múltiples rangos (anexo 13 y figura 16) se afirma que existen diferencias significativas entre los tres grupos.

El patrón generado por las distancias de Mahalanobis desde el UPGMA muestra que los individuos de Montañas del norte son el grupo más distinto de estos de la Península de Yucatán y la Cuenca del Papaloapan (Figura 17).

Machos. Los análisis de componentes principales muestran que los dos primeros ejes acumulan el 91.1% de la variación (CP1= 77.18%, CP2= 13.92%) (Anexo 9-10, Figura 14). El análisis multivariado basado en nueve caracteres (LA1, LA2, LM1, AM1, Lme, LK, LT, A, AP) identifica un eje canónico que discrimina entre grupos (63%) (Anexo 9-10, Figura 15), aunque el ANOVA aplicado a los scores expresa diferencias significativas para ambos ejes (Anexo 14) la prueba de múltiples rangos demuestra que los individuos de la región Montañas del Norte se diferencian de las otras dos regiones (Anexo 15).

Al igual que el patrón observado en las hembras las distancias de Mahalanobis desde el UPGMA muestran que los individuos de Montañas del norte son el grupo más distinto, mientras que los individuos de la Península de Yucatán y la Cuenca del Papaloapan son más similares entre ellos (Figura. 17).

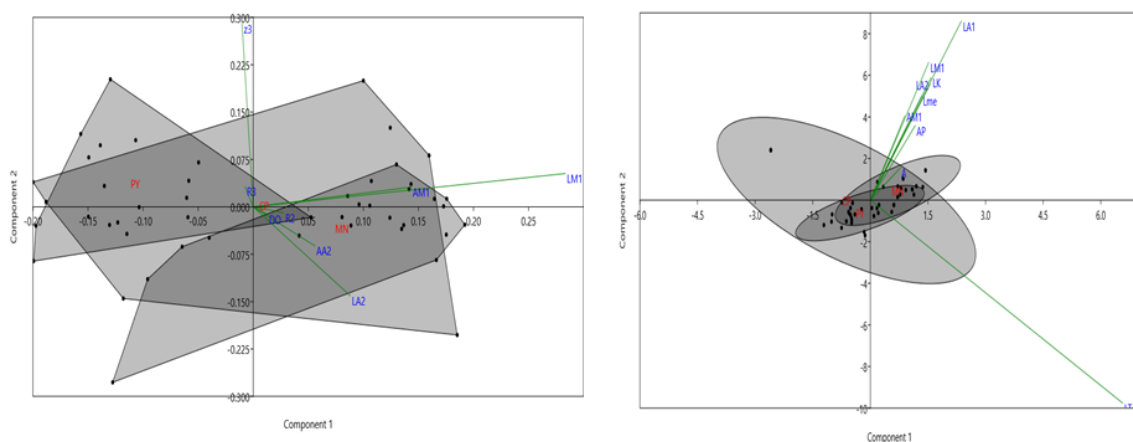


Figura 14. Análisis de componentes principales de las variables lineales de *Triatoma dimidiata* por región MN: Montañas del Norte, CP: Cuenca del Papaloapan, PY: Península de Yucatán. Hembras (Izq.), CP1 (51.58%), CP2 (20.53%). Machos (Der.) CP1 (77.18%), CP2 (13.9%).

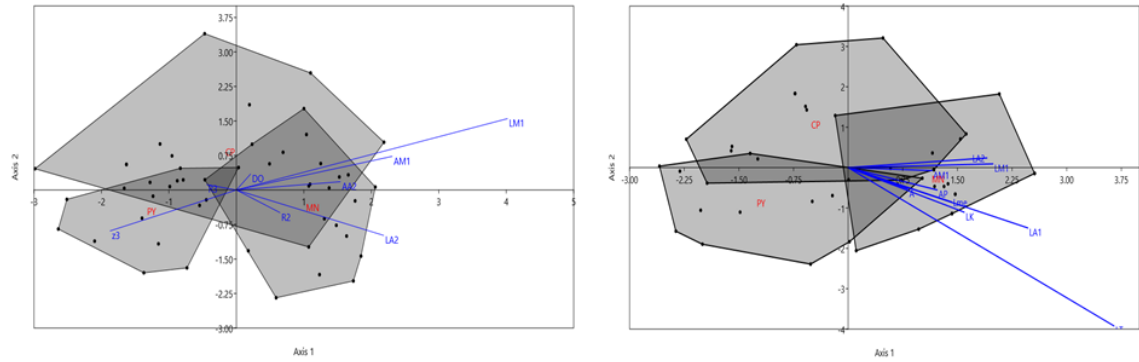


Figura 15. Análisis de discriminantes (LDA) variables lineales, por región (MN: Montañas del Norte, CP: Cuenca del Papaloapan, PY: Península de Yucatán). Hembras (Izq.) CV1: 1.0189 (73%) CV2: 0.3657 (26.41%), Manova: P value= 0.009. Machos (Der.) CV1: 1.1392 (var)

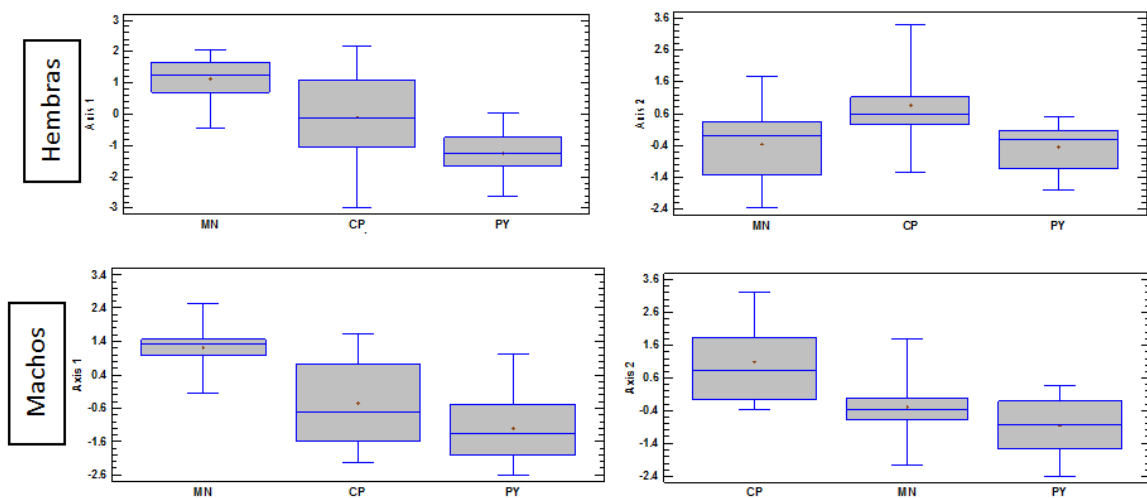


Figura 16. Comparación de las medias de los scores obtenidos en el análisis de discriminantes (LDA) de las variables lineales analizadas por región (MN: Montañas del Norte, CP: Cuenca del Papaloapan, PY: Península de Yucatán). Hembras (arriba) Axis 1 (Izq.) ANOVA.

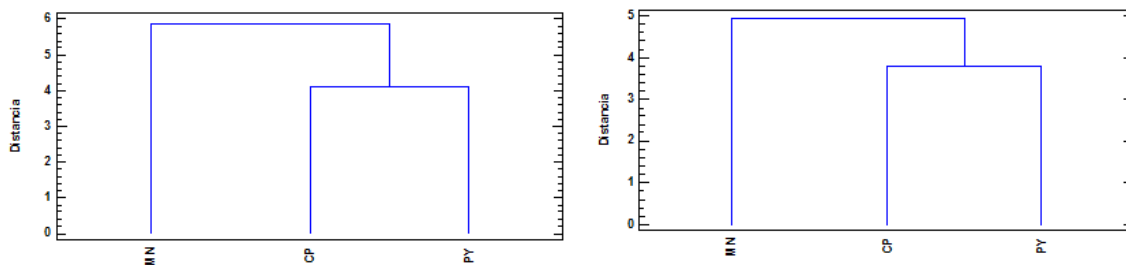


Figura 17. Patrón de similitud generado por el UPGMA basado en las distancias de Mahalanobis entre regiones, MN: Montañas del Norte, CP: Cuenca del Papaloapan, PY: Península de Yucatán. Hembras (Izq.) machos (Der.).

8.2 Morfometría geométrica

Hembras. El análisis multivariado detecta dos ejes significativos que permiten discriminar entre poblaciones de *T. dimidiata* en función de la forma de la **cápsula cefálica** (CV1 $\lambda = 0.244$, $\chi^2 = 51.347$, $df = 28$ $p = 0.0045$; CV2 $\lambda = 0.190$, $\chi^2 = 63.81$ $df = 28$, $P \text{ value} = 0.0001$) (Figura 18). Las diferencias en forma de la cápsula cefálica entre poblaciones se asocia con cambios en los ojos y la región anteroocular, (Figura 20) Mientras que el ANOVA (Anexo 21) indica que existen diferencias significativas entre los grupos (regiones), la prueba de múltiples rangos confirma que únicamente los individuos de la Cuenca del Papaloapan se logran diferenciar del resto (Anexo 22). Sin embargo, el patrón generado por el análisis de UPGMA basado en las distancias de Mahalanobis muestra que los individuos de la Península de Yucatán son más distintos que el resto de las regiones.

El análisis de variables canónicas (CVA) también revela diferencias significativas en la forma del **pronoto** entre regiones fisiográficas (CV1: $\lambda_1 = 0.2449$, $\chi^2 = 51.3479$, $df = 28$ $P = 0.00455666$; CV2: $\lambda_2 = 0.5038$, $\chi^2 = 26.39$, $df = 13$, $P \text{ value} = 0.01503$). De acuerdo a los análisis de varianza sobre los scores de cada eje canónico (Figura 22, Anexo 17), la forma del pronoto es diferente entre las tres regiones tal como se aprecia el patrón de anidación de la figura 22 y esto es confirmado por la prueba de múltiples rangos donde se reflejan las diferencias entre los tres grupos (regiones) (Anexo 18), asociado a la diferencia en los vectores de deformación de la

parte superior y lateral del pronoto, que se pueden apreciar en el anexo 26. Interesantemente, el patrón de similitud observado en el UPGMA para el pronoto, coincide con este registrado en la capsula cefálica, donde las poblaciones de la PY son diferentes al resto (Figura 17).

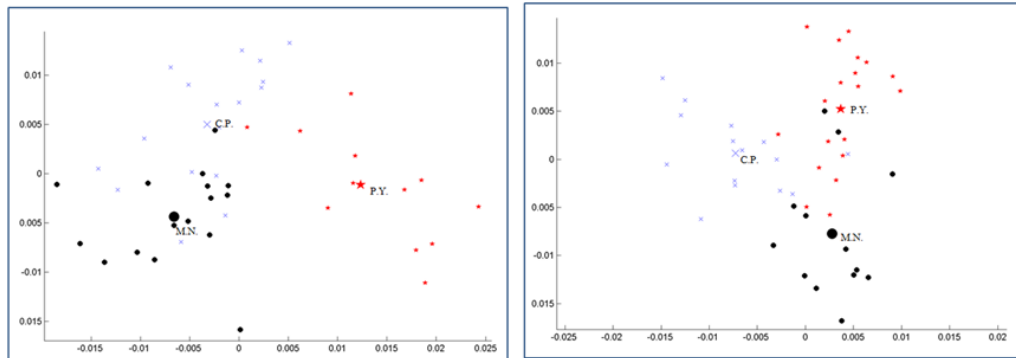


Figura 18. Gráfico de dispersión del análisis de variables canónicas (CVA), sobre la diferencia en forma de la cápsula cefálica de hembras (Izq.) y machos (Der) de *T. dimidiata* de tres regiones del sureste de México. (Eje 1=CV1, eje 2= CV2).

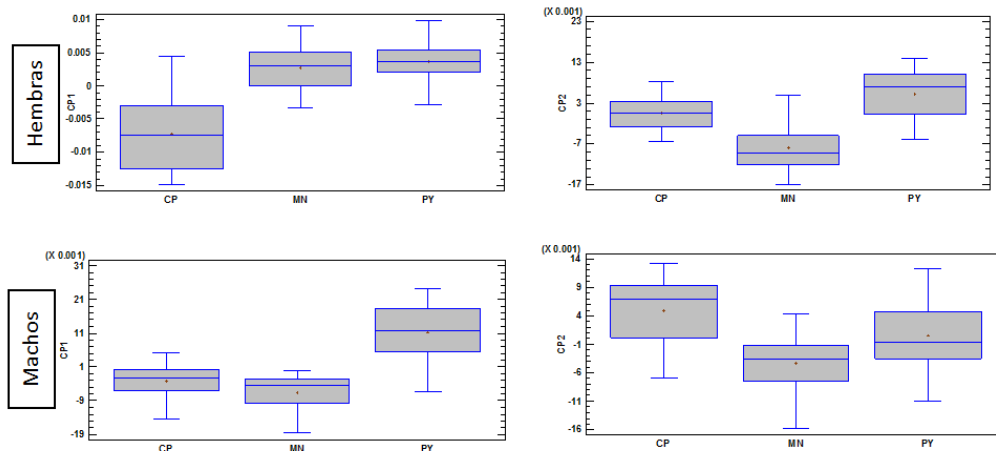


Figura 19. Comparación de las medias de los scores obtenidos en el análisis de variables canónicas (CVA) de los contornos analizados de la capsula cefálica de *Triatoma dimidiata* por región (MN: Montañas del Norte, CP: Cuenca del Papaloapan, PY: Península de Yucatán).

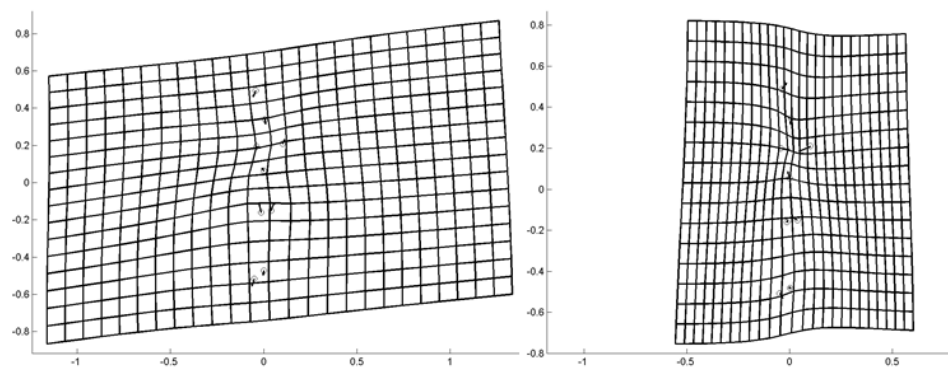


Figura 20. Gradilla y vectores de deformación de cabeza hembras (Izq.) y de machos (Der.) de *Triatoma dimidiata* de acuerdo al análisis de varianza canónica (CVA).

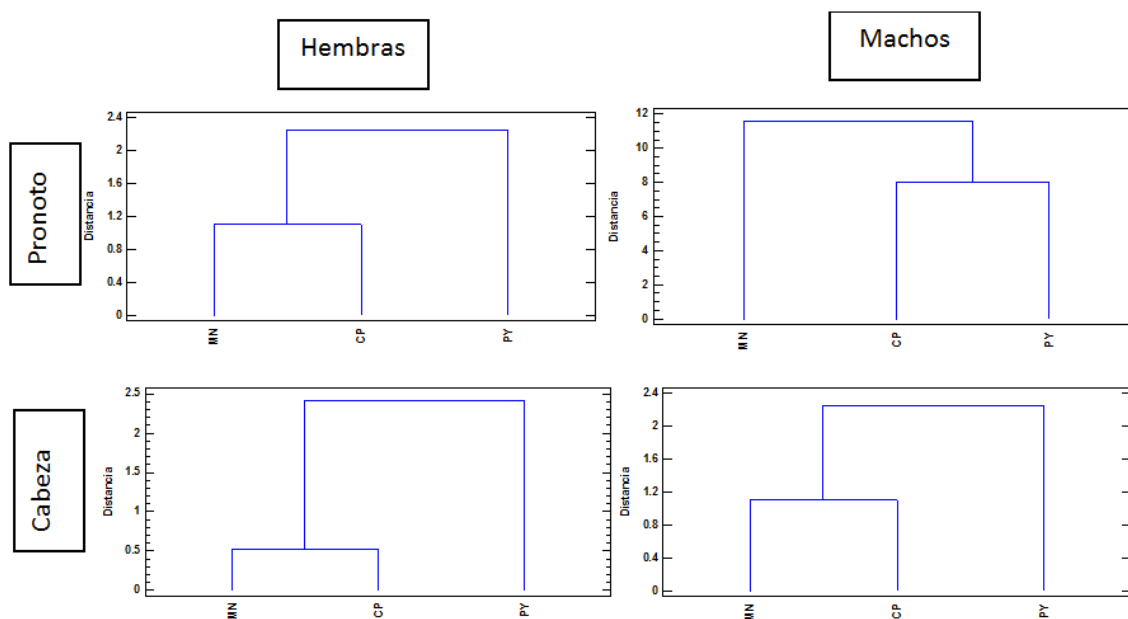


Figura 21. Dendrograma del UPGMA basado en las distancias cuadráticas de Mahalanobis de las similitudes en forma de pronoto (arriba) y de la cabeza (abajo) de las hembras (Izq.) y machos (Der.) de *Triatoma dimidiata* entre regiones fisiograficas (MN: Montañas del norte).

Machos. Los análisis de varianza canónica también revelan diferencias en la forma de la **cabeza** de poblaciones de *Triatoma dimidiata* para los machos (CV1: $\lambda_1 = 0.1906$, $\chi^2 = 63.8182$ df=28, $P \text{ value} = 0.0001$; CV2: $\lambda_2 = 0.50$, $\chi^2 = 26.39$, df=13, $P \text{ value} = 0.01503$). En la figura 18 podemos observar que aparentemente se logran diferenciar los tres grupos (regiones) y el ANOVA de los scores (Anexo 23) indica que

existen diferencias significativas entre los grupos, pero los resultados de la prueba pos hoc de múltiples rangos a demostrando que los individuos de la Península de Yucatán son los únicos que se logran diferenciar de las otras dos regiones (Anexo 24).

Las diferencias en forma de la cápsula cefálica entre machos se observa en cambios entre la región ocular y el rostrum (Figura 20). El patrón generado por el análisis de UPGMA basado en las distancias de Mahalanobis (Figura 21) es contrastante ya que muestra que los individuos de las Montañas del norte son distintos al resto de las regiones.

El análisis de variables canónicas (CVA) también detecta diferencias significativas en la forma del **pronoto** entre regiones fisiográficas (CV1: $\lambda_1 = 0.0027$, $\chi^2 = 139.4057$, $df = 28$ $P = 0.000139371$; CV2: $\lambda_2 = 0.0818$, $\chi^2 = 58.8231$, $df = 41$, $P \text{ value} = 0.0351317$). En la figura 22 se puede observar la separación de los tres grupos (regiones), el ANOVA sobre los scores de cada eje canónico (Anexo 19 , Figura 23) refleja diferencias significativas y la prueba de múltiples rangos confirma las diferencias entre las tres regiones (Anexo 20).

Las diferencias en forma del pronoto entre poblaciones está asociada con cambios en los vectores de deformación de la parte superior y lateral (Anexo 26). El patrón de similitud generado por el UPGMA muestra una asociación diferente en la que los individuos de la región Montañas del Norte son diferentes a las otras dos regiones (Figura 21).

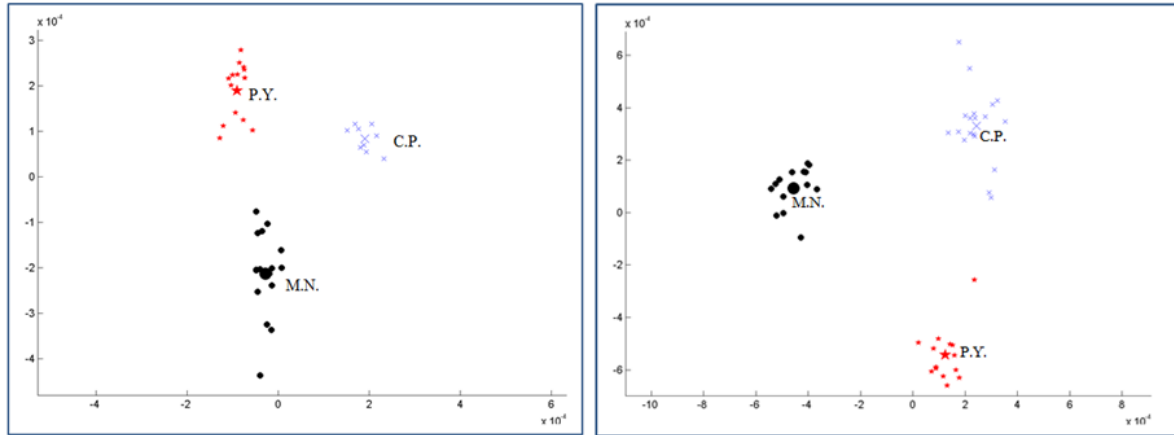


Figura 22. . Gráfico del análisis de variables canónicas (CVA), comparación de la forma del **pronoto** de **hembras** (Izq) y machos (Der) de *Triatoma dimidiata* por región. (Eje Y=CV1, eje X=Cv2).

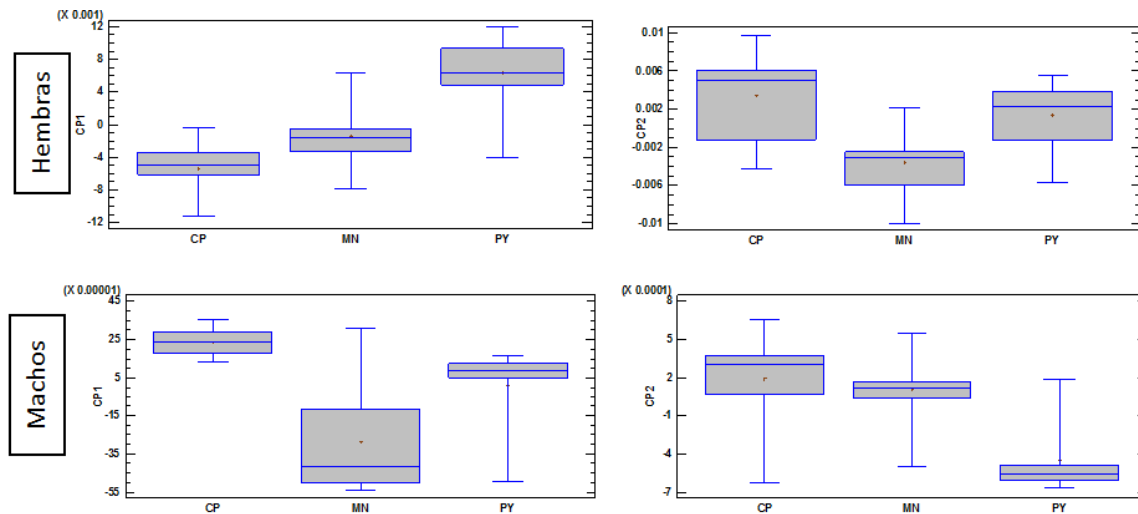


Figura 23. Comparación de las medias de los scores obtenidos en el análisis de variables canónicas (CVA) de los contornos analizados del pronoto de *Triatoma dimidiata* por región (MN: Montañas del Norte, CP: Cuenca del Papaloapan, PY: Península de Yucatán). **Hembras** (arriba) CV1 (Izq.) y CV2 (Der.). **Machos** (abajo) CV1 (Izq.) ANOVA: P= 0.0001, CV2 (Der.).

8.3 Patrón de variación asociado a las manchas alares

Los análisis de varianza (Anexo 4) muestran que el tamaño de las manchas alares (largo y ancho) es diferente entre regiones. Los resultados muestran que los individuos colectados en la región de montañas del norte mostraron tamaños de manchas alares más grandes como se puede apreciar en la figura 24 y 25 así como se respalda en los

estadísticos del anexo 5, seguido de la Cuenca del Papaloapan y siendo los de la Península de Yucatán los que presentan manchas de menor tamaño.



Figura 24. Comparación del patrón en la forma y tamaño de las manchas alares de *Triatoma dimidiata* encontradas en las tres regiones biogeográficas: A) ejemplar de las Montañas del Norte, B) ejemplar de la Península de Yucatán.

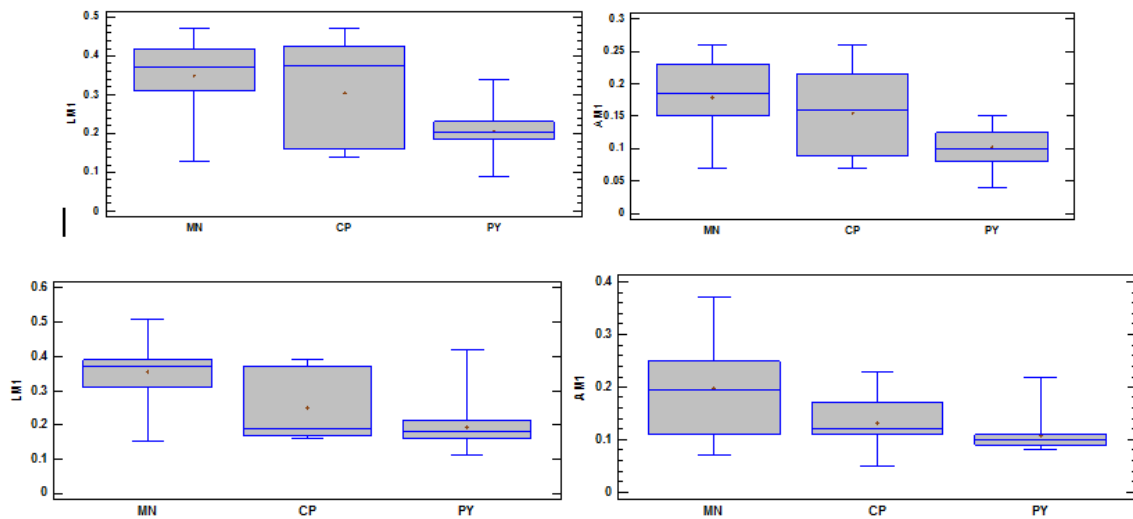


Figura 25. Gráfico de Boxplot en la que se puede apreciar la comparación de las medias del largo (LM1) y ancho (AM1) de la mancha alar de hembras (arriba, ANOVA LM1: $P=0.0006$, AM1: $P=0.0012$) y machos (abajo, ANOVA LM1: $P=0.0001$, AM1: $P=0.0013$) de *Triatoma dimidiata* por región.

IX. DISCUSIÓN

El presente estudio aporta evidencia sobre la variación morfológica en poblaciones de *Triatoma dimidiata* provenientes de tres regiones fisiográficas del sureste de México: Montañas del Norte (MN), Cuenca del Papaloapan (CP) y Península de Yucatán (PY). Estas variaciones encontradas podrían tener implicaciones relevantes para la taxonomía, ecología, evolución y también en la epidemiología de la enfermedad de Chagas.

Las diferencias morfológicas encontradas entre las tres poblaciones estudiadas, tanto en la morfometría lineal como geométrica, evidencian una plasticidad fenotípica significativa en *T. dimidiata*. En este estudio, la plasticidad se refleja en la diferenciación de rasgos como la longitud y ancho de estructuras cefálicas, la longitud total corporal, así como en dimensiones relacionadas con las locomotoras y el pronoto, entre otras. Estos hallazgos concuerdan con otros estudios previos, donde se ha observado una alta variación morfológica entre poblaciones de esta especie (Usinger, 1941;1944; Lent y Wigodzensky, 1979; Bustamante *et al.*, 2004; Corina *et al.*, 2007; Esteban-Adarme, 2010; Quirós-Gómez *et al.*, 2017; Centeno, 2022). Particularmente, la amplia variación morfológica, y también genética, que ha sido evidenciada en *T. dimidiata*, le ha permitido explotar y adaptarse a distintos ambientes, así como tener la capacidad de alimentarse de una amplia gama de especies (Carcavallo *et al.*, 1999; Dujardin *et al.*, 2002; Dumonteil y Gourbiere, 2004; Barges *et al.*, 2008; Lima-Cordon *et al.*, 2019). De hecho, en el sureste de México, *T. dimidiata* tiene la capacidad de invadir las viviendas y establecer un ciclo de vida enteramente doméstico.

Aunque muchos factores participan en las variaciones entre y dentro de las especies, es claro que la presión ecológica ejercida en cada región pudiera ser un factor modulador clave en la diferenciación y clasificación morfológica. Aunque la región fisiográfica como factor de clasificación es complicado de explicar, ya que esto implica entender la influencia sobre cada individuo de una posible mezcla de factores, pues estudios de la distribución de las variedades y especies de este complejo (Lent y Wigodzensky 1979; Donr *et al.*, 2007; Monteriros *et al.*, 2013; Pech-May *et al.*, 2019),

señalan simpatria de las poblaciones en regiones muy cercanas, al no tener certeza de la identidad genética de nuestros individuos estudiados, no podemos brindar información clara o más bien específica de las tres regiones, pero, es evidente que los datos obtenidos, comprueban que hay una diferencia de tamaño en general entre los individuos provenientes de la Península de Yucatán y los que se encuentran en la franja de la Cuenca del Papaloapan hasta las Montañas del Norte de Chiapas los cuales son considerablemente más grandes (Figura 16).

Estas diferencias entre los tres grupos se confirman al visualizar el patrón de similitud generado por el análisis basado en las distancias cuadráticas de Mahalanobis de los datos lineales, en la figura 17 podemos apreciar la coincidencia en la formación de los grupos tanto para los machos como para las hembras, donde los individuos provenientes de la región Montañas del Norte se separan de los individuos de las otras regiones.

Los análisis multivariados (CVA) revelaron que las poblaciones de la Península de Yucatán se diferencian significativamente de las de Montañas del Norte y Cuenca del Papaloapan, especialmente en la forma de la cabeza en machos (Figura 18), lo cual podría estar asociado a las condiciones ecológicas más áridas y la vegetación predominante de selva baja caducifolia en PY, versus la selva mediana perennifolia más húmeda y fragmentada de MN y CP. La adaptación a diferentes nichos ecológicos puede conducir a la diferenciación morfológica observada, respaldando la hipótesis de Dujardin *et al.* (1999) sobre la rápida adaptación morfológica de unidades evolutivas en respuesta a presiones ambientales.

La diferencia en las formas observadas del pronoto y la estructura cefálica exponen dos patrones diferentes a las adaptaciones entre las regiones. Mientras que los análisis de morfometría geométrica confirman una importante separación entre los grupos estudiados, el análisis UPGMA basado en las distancias cuadráticas de Mahalanobis (Figura 21) obtenidos de la forma de las estructuras, indica que la forma de la cefálica o cabeza, mantiene un patrón de similitud entre los individuos de las Montañas del Norte y la Cuenca del Papaloapan, diferenciados de los provenientes de la Península de Yucatán, mientras que el pronoto presenta un patrón totalmente

diferente, en el que machos y hembras no coinciden en las diferencias de la forma de esta estructura a lo largo de estas tres regiones.

Por otro lado, se detectó un patrón diferenciado entre sexos en cuanto al número y tipo de variables con diferencias significativas. Los machos mostraron mayor número de variables morfométricas con variaciones significativas entre regiones que las hembras (anexo 4 y 5), lo que podría reflejar dimorfismo sexual y diferentes estrategias evolutivas relacionadas con la movilidad, comportamiento reproductivo y selección sexual (Bustamante *et al.*, 2004). Además, las variables relacionadas con el tamaño y forma de las alas en hembras resultaron ser las más variables, posiblemente vinculadas a la capacidad dispersora y colonizadora de las hembras, un factor crítico para la dinámica poblacional y epidemiológica (Esteban-Adarme, 2010). Asimismo, los resultados indican que las hembras presentan un mayor tamaño corporal que los machos, lo que se refleja especialmente en la longitud y anchura del pronoto, así como en la amplitud alar (anexo 2 y 5). Los machos provenientes de la Cuenca del Papaloapan son más pequeños (LT=2.53cm) que los de la Península de Yucatán, pero con hembras más grandes (LT=2.91cm) incluso al realizar el análisis de discriminantes (Figura 23) se puede observar una importante separación entre los tres grupos estudiados, tanto en machos como hembras, posiblemente como resultado de aislamiento geográfico, pues no se sabe si existen patrones migratorios a gran escala, pero si se sabe que existen eventos de hibridación entre poblaciones (Quíros *et al.*, 2017; Gastón *et al.*, 2021). Este dimorfismo sexual ha sido ampliamente reportado en *T. dimidiata* y otros triatomíneos (Dujardin *et al.*, 1999) y se atribuye principalmente a la necesidad de las hembras de maximizar la capacidad abdominal para la ingesta de sangre y el desarrollo de huevos. El mayor tamaño corporal de las hembras puede también conferir ventajas en términos de resistencia al ayuno y capacidad de dispersión, ya que se ha observado que individuos más grandes pueden realizar vuelos más prolongados (Otálora-Luna, 2015).

Los resultados morfológicos complementan y enriquecen el conocimiento obtenido mediante estudios moleculares recientes (Marcilla *et al.*, 2001; Monteiro *et al.*, 2013; Dorn *et al.*, 2018), que han sugerido la existencia de un complejo de especies

dentro de lo que tradicionalmente se denominaba *Triatoma dimidiata* sensu lato. El reconocimiento de nuevas especies como *T. mopan* y *T. huehuetenanguensis* ha sido posible gracias a la integración de análisis morfológicos.

Es importante considerar que la morfometría, aunque informativa, debe integrarse con datos genéticos y ecológicos para una caracterización más robusta de las poblaciones. Los enfoques recientes en investigación sobre problemas complejos como las ETV's, enfatiza la necesidad de enfoques multidisciplinarios que combinen morfometría geométrica, marcadores moleculares y análisis de hábitat para entender mejor la dinámica poblacional y la estructura genética de los vectores. En este estudio, la interpretación de los resultados se apoya en comparaciones morfométricas, pero futuras investigaciones deberían incluir análisis genéticos para confirmar si las diferencias observadas tienen una base heredable o responden principalmente a plasticidad fenotípica.

Finalmente, la identificación de variabilidad morfométrica en *Triatoma dimidiata* tiene aplicaciones prácticas en salud pública, ya que podría contribuir a diseñar estrategias de control más focalizadas según las características de cada población. Por ejemplo, en zonas donde se detecten poblaciones con alta capacidad de dispersión, podrían priorizarse medidas de vigilancia y control peridomiciliarias más extensas, mientras que en áreas con poblaciones menos móviles podrían implementarse intervenciones más localizadas y sostenidas.

X. CONCLUSIONES

- 1) Es importante ampliar estos estudios para comprender si realmente las barreras geográficas entre la orografía de estas regiones son responsables de aislamientos genéticos o abordar un estudio especializado para determinar si la especie tiene patrones migratorios o de dispersión que superen esas distancias geográficas.
- 2) Consideramos que se las investigaciones biométricas y filogenéticas han considerado la distribución geográfica, pero no se ha abordado la influencia de los microclimas y micro ambientes como elementos que favorezcan a la variación morfológica.
- 3) El tamaño de las manchas sí importa, pues se ha demostrado que existen diferencias cuantitativas de las estructuras morfológicas lineales y de la forma, que pueden servir en un futuro como indicadores de grupos para la determinación de variedades.
- 4) El tipo de vegetación es un factor que afecta más a la morfología de los machos, en especial en las estructuras relacionadas con la movilidad.

XI. PROPUESTAS Y RECOMENDACIONES

- 1) Es importante continuar con este tipo de estudios con la integración de las herramientas moleculares para poder confirmar si existe una identidad genética que corresponda a patrones morfológicos específicos y así poder entender si realmente se pueden separar variedades reales del complejo por su distribución geográfica como respuesta adaptativa o procesos de especiación, o por lo contrario confirmar la alta plasticidad fenotípica de la especie.
- 2) El estudio de la variación morfológica de poblaciones de *Triatoma dimidiata* debe continuar, pues esto dará claridad sobre los patrones de distribución y que puede aportar información para los medios de control de las posibles variedades que son de interés para la salud pública.

XII. REFERENCIAS DOCUMENTALES

- Adams, D. C., Rohlf, F. J., y Slice, D. E. (2004). Geometric morphometrics: ten years of progress following the “revolution”. *Ital. J. Zool.*, 71:5-16.
- Alcocer, J., López- Gatell, H. (2019). Manual de procedimientos para la enfermedad de Chagas en México. Secretaria de salud. México. PDF.
- Allen, C. R., Garmestani, A. F., Havlicek, T. D., Marquet, P. A., Peterson, P. D., Restrepo, C., Stow, C. A. y Weeks, B. E. (2006). Patterns in body size distributions: sifting among alternative hypotheses. *Ecol. Lett.* 9, 630 –648
- Alonso-Vega, C. (2002). Vinchucas, Trypanosomas y demás familia: nociones sobre la enfermedad de Chagas. Facultad de Medicina. Universidad Mayor de San Simón. Cochabamba, Bolivia. PDF.
- Arnett, R. H. (2000). American insects: a handbook of the insects of America north of Mexico. Boca Raton, USA.: CRC Press. 1003 p.
- Bargues, M.D., Klisiowicz, D.R., Gonzalez-Candelas, F., Ramsey, J.M., Monroy C, (2008). Phylogeography and Genetic Variation of *Triatoma dimidiata*, the Main Chagas Disease Vector in Central America, and Its Position within the Genus *Triatoma*. *PLoS Negl Trop Dis* 2(5): e233. doi:10.1371/journal.pntd.0000233
- Bautista, N.L., García-de la Torre, G.S., de HaroArteaga, I., Salazar-Schettino P.M. (1999). Importance of *Triatoma pallidipennis* (Hemiptera: Reduviidae) as a Vector Trypanosoma cruzi (Kinetoplastida: Trypanosomatidae) in the State of Morelos Mexico and posible ecotopes. *J Med Entomol.* 1999; 36:233-35.
- Bello-Bedoy, R., Peiro, H., Córdoba-Aguilar, A., Flores, C., Romero, G., Artega, M. C., Gutiérrez, A. G., y De la Rosa, L. (2019). Ontogenetic changes in wild chagasic bugs (*Dipetalogaster maxima*): exploring morphological adaptations in pre-adult and adult stages. Instituto de biología UNAM. Revista Mexicana de Biodiversidad.

- Bequart, J.C., (1933). Contribution to the entomology of Yucatan. In: Shattuck, G.C. The Peninsula of Yucatan. Medical Biological, Meteorological and Sociological Studies. Carnegie Institute, pp. 547–574.
- Bustamante, D. L., Monrroy C., Menes M., Rodas A., Salazar-Schettino P. M., Rojas G., Pinto N., Guhl F., Dujardin J. P. (2004). Metric Variation Among Geographic Populations of the Chagas Vector *Triatoma dimidiata* (Hemiptera: Reduviidae: Triatominae) and Related Species.
- Campbell, B.C., Steffen-Campbell, J.D., Sorensen, J.T. y Gill, R.J. (1995). Paraphyly of Homoptera and Auchenorrhyncha inferred from 18S rDNA nucleotide séquences. — Systematic Entomology; 20: 175-194.
- Carcavallo, R.U., D.S. Rocha, I. Galíndez-Girón, I.A. Sherlock, C. Galvão, A. Martínez, R.J. Tonn and E. Cortón. (1998) a. Feeding sources and patterns. (pp. 537-560). In: Carcavallo, R.U., I. Galíndez-Girón, J. Jurberg and H. Lent (Eds.). Atlas of Chagas disease vectors in the Americas Vol II. Editora Fio
- Carcavallo, R.U., I. Galíndez-Girón, J. Jurberg y Lent, H. (1999). Atlas of Chagas' disease vectors in the Americas Vol. III. Editora Fiocruz, Rio de Janeiro
- CHAGAS, C. (1912). Sobre um *Tripanossoma* do tatü, *Tatusia novemcincta*, transmitido pela *Triatoma geniculata* Latr. (1811). Possibilidade de ser o tatü um depositario do *Trypanosoma cruzi* no mundo exterior (Nota previa). — Brasil-Médico, 26; 305-306..
- CIGECH (2022). Compendio de Información Geográfica y Estadística de Chiapas Geografía y Medio Ambiente. Consultado en :https://www.ceieg.chiapas.gob.mx/home/wp-content/uploads/downloads/productosdgei/CIGECH/GeoMA/cigech_geo_medioamb.html.
- Chown, S. L. y Gaston, K. J. (2010). Body size variation in insects: a macroecological perspective. Biol. Rev. 85,

- Cruz-Reyes, A., Pickering-López, J.M. (2006). Chagas disease in Mexico: and analysis of geographical distribution during the past 76 years. *Mem Inst Oswaldo Cruz*. 2006; 101:34554.
- Daryl, D. C., Dennis, D., Elizabeth, A., Carlos, N. I. (2021). Quantitative imagery analysis of spot patterns for the three-haplogroup classification of *Triatoma dimidiata* (Latreille, 1811) (Hemiptera: Reduviidae), an important vector of Chagas disease. *Journal Parasite and Vectors*. Published: 29 January
- De Fuentes-Vicente, J. A., Vidal-López, D. G., Gutiérrez –Jiménez, J., Shlie-Guzmán, M. A. (2016). Tasa de infección y tiempo de defecación de los estadios ninfales de *Triatoma dimidiata* (Latreille, 1811) después de la infección experimental con *Trypanosoma cruzi*. Instituto de Ciencias Biológicas, Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas. *Rev Biomed* 2016; 27:111-117. Artículo original PDF.
- De la Fuente, J. G. (1994). Zoología de artrópodos. Madrid: Interamericana McGraw-Hill. del gen mitocondrial ND4. *Biomédica* 2010;30:207-14.
- Del Ponte, E., (1921). Contribución al estudio del Género *Triatoma* (Lap), vol. II. *Revista del Instituto Bacteriológico*, pp. 1–64, LAM I–XV.
- Dorn, P. L., Claderon, C., Melgar, S., Moguel, B., Solorzano, E., Dumonteil, E., Rodas, A., De La Rua, N., Garnica, R., Monroy, C. (2009). Two Distinct *Triatoma dimidiata* (Latreille, 1811) Taxa Are Found in Sympatry in Guatemala and Mexico. *Neglected tropical disease*. *Plos. Negl Trop Dis* 3(3): e393. doi:10.1371/journal.pntd.0000393
- Dorn, P. L. N., Smith, N, Richards B. R., Charabati, J., Suarez, J., Woods, A, Pessoa, A., Monroy, C, Kilpatrick, W., and Stevens, L. (2019). Hypothesis Testing Clarifies the Systematics of the Main Central American Chagas Disease Vector, *Triatoma dimidiata* (Latreille, 1811), Across Its Geographic Range Version of Record.

- Dorn, P. L., Monrroy, C., Curtis, A. (2007). *Triatoma dimidiata* (Latreille, 1811) : A review of its diversity across its geographic range and the relationship among populations. *Infection, Genetics and Evolution* 7 (2007) 343–352
- Dorn, P.L., Calderon, C., Melgar, S., Moguel, B., Solorzano, E. (2009). Two Distinct *Triatoma dimidiata* (Latreille, 1811) Taxa Are Found in Sympatry in Guatemala and Mexico.
- Dorn, P.L., Just, S.A., Dale, C, Stevens, L., Galvão, C., Lima-Cordón, R., Monroy C. (2018). Description of *Triatoma mopan* sp. n. from a cave in Belize (Hemiptera, Reduviidae, Triatominae). *ZooKeys* 775: 69–95.
- Dujardin, J. P., Panzera, F., Schofield, C. J. (2000). Les vecteurs de la maladie de Chagas: Recherches taxonomiques, biologiques, et génétiques. Academie Royale des Sciences d'Outre-Met. 162 Pp.
- Dujardin, J.P., Schofield, C. J., Panzera F. (2002). Los vectores de la enfermedad de Chagas. Koninklijke Academie Voor Overzeese Wetenschappen. Mémoire in-8° Nouvelle série, Tome 25 Fasc. 3. Bruxelles. Brussel. Versión española. Pp. 189. ISBN: 90-75652-27-5.
- Dujardin, J.P., Bermudez, H., Casini, C., Schofield, C.J., y Tibayrenc, M. (1997)a. Metric differences between silvatic and domestic *Triatoma infestans* (Hemiptera, Reduviidae) in Bolivia. — *Journal of Medical Entomology*, 34 (5): 544-552.
- Dujardin, J.P., Bermudez, H., y Schofield, C.J. (1997)b. The use of morphometrics in entomological surveillance of sylvatic foci of *Triatoma infestans* in Bolivia. — *Acta Tropica*, 66: 145-153.
- Dujardin, J.P., Forgues, G., Torrez, M., Martinez, E., Cordoba, C. y Gianella, A. (1998)c. Morphometrics of domestic *Panstrongylus rufotuberculatus* in Bolivia. — *Annals of Tropical Medicine and Parasitology*, 92(2): 219-228.

- Dujardin, J.P., Munoz, M., Chavez, T. Ponce, C, Moreno, J. y Schofield, C.J. (1998)b. The origin of *Rhodnius prolixus* in Central America. Medical and Veterinary Entomology, 12: 113-115.
- Dujardin, J.P. y Casini C. (1996)b. Morphometry Of *Triatoma infestans*, Pp. 53-54. In: Schofield, C.J., Dujardin, J.P. y Jurberg J. (eds.), Proceedings of the International Workshop on Population Genetics and Control of Triatominae, Santo Domingo de los Colorados, Ecuador. INDRE, Mexico City, 116 pp
- Dujardin, J.R., Chavez, T., Moreno, J.M., Machane, M., Noireau, F. y Schofield, C.J. (1999)a. Rhodniini: the value of traditional morphometrics as a phylogenetic approach — Journal of Médical Entomology, M98-136.
- Dujardin, J.R., Panzera, F., y Schofield, C.J. (1999)b. Triatominae as a model of morphological plasticity under ecological pressure. — Memórias do Instituto Oswaldo Cruz (special volume) (in press).
- Dujardin, J.R., Schofield, C.J., y Tibayrenc, M. (1998)a. Population structure of Andean *Triatoma infestans*: allozyme frequencies and their epidemiological relevance. — Médical and Veterinary Entomology, 12: 20-29.
- Dumonteil, E., Gourbiere, S., (2004). Predicting *Triatoma dimidiata* abundance and infection rate: a risk map for natural transmission of Chagas disease in the Yucatan peninsula of Mexico. Am. J. Trop. Med. Hyg. 70, 514–519.
- Dumonteil, E., H. Ruíz-Piña, E. Rodríguez-Félix, M. BarreraPérez, M. Ramírez-Sierra, J.E. Rabinovich y F. Menu. (2004). Re-infestation of houses by *Triatoma dimidiata* after intradomicile insecticide application in the Yucatan Peninsula, Mexico. Memorias do Instituto Oswaldo Cruz, 99: 253-256
- Dumonteil, E. S., Gourbiere, M., Barrera-Pérez, E., RodríguezFélix, H., Ruíz-Piña, O. Baños-López, M., Ramírez-Sierra, F., Menu y Rabinovich. J.E. (2002). Geographic distribution of *Triatoma dimidiata* and transmission dynamics of *Trypanosoma cruzi* in the Yucatan Peninsula of Mexico. American Journal of Tropical Medicine and Hygiene, 67: 176-183.

- Dumontiel, E. (1999). Update on Chagas disease in Mexico. *Salud Publica Mex* 41: 322–327.
- Espinoza, J., Bustamante M., García A., Tenorio O., Noireau F., Rivera D., Cortez M. (2011). Biología reproductiva de dos poblaciones de *Triatoma infestans* (Hemiptera: Reduviidae) en condiciones de laboratorio. *Gac Med Bol*; 34 (2): 66-70.
- Esteban-Adarme. (2006). Variabilidad morfológica entre poblaciones de *Triatoma dimidiata* (latreille 1811), procedentes de cuatro departamentos de colombia. Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín, mayo de 2010 Tesis PDF.
- Ferral, J. L., Chavez-Núñez, M., Euán-García M.J., Ramírez-Sierra R., Nájera-Vázquez and E., Dumontiel. (2010). Comparative field trial of alternative vector control strategies for non-domiciliated *Triatoma dimidiata*. *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, 82: 60-66.
- Forattini, O.P. (1980). Biogeografía, origem e distribuição da domiciliação de triatomíneos no Brasil. *Rev Saúde Públ* 14: 265-299.
- García, J., Blanco A., Navarro E. (1997). Comportamiento sexual de *Triatoma gerstaeckerii* Stal (Hemiptera: Reduviidae). *Acta zoológica mexicana*, 70 55-63.
- Gastón, F. F., Carezzano, F. J., Cardozo, M., Rodríguez, C. S. (2021) Histología del desarrollo folicular de híbridos entre *Triatoma klug*, 1864 y *Triatoma platensis* Neiva, 1913 (Hemiptera: Heteroptera). Universidad Nacional de Colombia. *Acta Botánica de Colombia*.
- Gaspe, M. S., Schachter, J., Gurevitz, J. M., Kitron, U., Gürtler, R. E., Dujardin, J. P. (2012). Microgeographic Spatial Structuring of *Triatoma infestans* (Hemiptera: Reduviidae) Populations Using Wing Geometric Morphometry in the Argentine Chaco. *Entomological Society of America*.
- Goldsmith, R.S., Ortega, M., Zárate, R.J., Zárate, L.G., Beltrán, F. (1983). Seroepidemiologic surveys for Chagas disease in Chiapas México. *Archivos de Investigación Médica*. 1983;14:43-50.

- Gonzalez-Angulo, W., Ryckman, R.E., (1967). Epizootiology of *Trypanosoma cruzi* in southwestern North America. IX: an investigation to determine the incidence of *Trypanosoma cruzi* infections in Triatominae and man on the Yucatan Peninsula of Mexico. J. Med. Entomol. 4, 44–47.
- Gorla, D.E., Dujardin, J.P., y Schofield, C.J. (1997). Biosystematics of Old World Triatominae. —Acta Tropica, 63: 127-140.
- Grisaldes, N., Triana, O., Angulo, V., Jaramillo, N., Parra-Henao, G., Panzera, F., Gómez-Palacio, A. (2010) Diferenciación genética de tres poblaciones colombianas de
- Guhl, F. (2009). Enfermedad de Chagas: Realidad y perspectivas. Revista Biomedica, 20: 228-234.
- INEGI (2010)a. INEGI. Compendio de información geográfica municipal 2010. Copainalá, Chiapas. 2010 consultado en: https://www.inegi.org.mx/contenidos/app/mexicocifras/datos_geograficos/07/07021.pdf
- INEGI (2010)b. Compendio de información geográfica municipal 2010. Tecpatán, Chiapas. Consultado en: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.inegi.org.mx/contenidos/app/mexicocifras/datos_geograficos/07/07092.pdf.
- INEGI (2010)c. Compendio de información geográfica municipal 2010. San Juan Bautista Tuxtepec, Oaxaca. 2010. Consultado en: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.inegi.org.mx/contenidos/app/mexicocifras/datos_geograficos/20/20184.pdf.
- INEGI (2010)d. Compendio de información geográfica municipal 2010. Mérida, Yucatán. 2010. Consultado en: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.inegi.org.mx/contenidos/app/mexicocifras/datos_geograficos/31/31050.pdf.

- Jaramillo-Ocampo, N. (2011). Morfometría geométrica: principios teóricos y métodos de empleo. Instituto de biología, Researchgate. Universidad de Antioquia. PDF.
- Jurberg, J. (2003). Ferramentas usadas em taxonomia de Triatomíneos o uso múltiplo. Entomol. Vect. 10 (4) 497- 509.
- Justin, S. A. y Dale, C. (2021). Designation of the neotype of *Triatoma dimidiata* (Latreille, 1811) (Hemiptera: Reduviidae: Triatominae), with full integrated redescription including mitogenome and nuclear ITS-2 sequences. ZooKeys 1076: 9–24 PDF.
- Justi, S. A. y Galvao, C. (2017). The evolutionary origin of diversity in Chagas disease vectors. HHS public Access Trends Parasitol. 2017 January ; 33(1): 42–52. PDF.
- Landaverde, P. (2009). Sistemática de *Triatoma dimidiata* (Hemiptera: Reduviidae) en Mesoamérica por medio de ITS2 (rDNA) y ND4 (mtDNA). Universidad Autónoma de México. Tesis. PDF.
- Lartiga, N. A. (2010). Caracterización mediante morfometría geométrica de cabezas de *Triatoma infestans* provenientes de focos silvestres y de laboratorio. PDF. Universidad de Chile, Facultad de ciencias veterinarias y pecuarias , escuela de ciencias veterinarias. FONDECYT N°1070960.
- Lent, H. y Wygodzinsky P. (1979). Revision of the Triatominae (Hemiptera: Reduviidae) and their Significance as vectors of Chagas disease. Bull Am Mus Nat Hist. 1979; 163:125-520.
- Lent, H. y Jurberg, J., (1985). Sobre a variação intra-específica em *Triatoma dimidiata* (Latreille) e *Triatoma infestans* (Klug) (Hemiptera Reduviidae). Mem. Inst. Oswaldo Cruz. 80, 285–299.
- Lima-Cordón, R.A., Monroy, M.C., Stevens, L., Rodas, A., Rodas, G.A., Dorn, P.L., Justi, S.A. (2019). Description of *Triatoma huehuetenanguensis* sp. n., a potential Chagas disease vector (Hemiptera, Reduviidae, Triatominae). ZooKeys 820: 51–70.

- López- Rojas, H. (2017). Morfometría geométrica: to warp or not to warp. Número Especial “*Primer Encuentro Venezolano de Métodos de Cuantificación Morfológica*”. *Acta Biol. Venez.*, Vol. 37(2):141-148 Julio-Diciembre, 2017
- López-Ordóñez, T., González-Ceron, L., TorresEstrada, J.L., Salazar-Schettino, P.M., Danis-Lozano, R. (2006). Actual status of the Chagas disease seroprevalence and triatomine species in a foothill region of Chiapas, Mexico. 11th International Congress of Parasitology; 2006 , Glasgow, Scotland, p. 142.
- Marcilla, A., Bargues, M.D, Ramsey, J. M., Magallon-Gastelum, E., Salazar-Schettino, P., Abad-Franch, F., Dujardin, J.P., Schofield, C. J., Mas-Coma, S. (2001). The ITS-2 of the Nuclear rDNA as a Molecular Marker for Populations, Species, and Phylogenetic Relationships in Triatominae (Hemiptera: Reduviidae), Vectors of Chagas Disease. *Molecular Phylogenetics and Evolution* Vol. 18, No. 1, January, pp. 136–142, 2001 doi:10.1006/mpev.2000.0864,
- Marcus, L. F. (1990). *Traditional morphometrics*. Proceedings of the Michigan Morphometrics Workshop. Rohlf, F. J. y Bookstein, F. L. (Eds). Special Publication Number 2. Ann Arbor, Michigan, The University of Michigan Museum of Zoology. pp.77-122.
- Menes-Hernández, M. (2004). Diferencias métricas entre poblaciones de *Triatoma dimidiata* Latreille (Hemiptera: Reduviidae: Triatominae) de México, Centro América y Colombia: Efecto de la procedencia geográfica y el ecotopo” Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia. Guatemala. Tesis. PDF.
- Mirth, K. M. y Riddiford, L. M. (2007). Size assessment and growth control: how adult size is determined in insects.
- Monroy, C.M., D.M. Bustamante, A. Rodas, M.E. Enriquez and R. Rosales. (2003). Habitats, dispersion and invasion of sylvatic *Triatoma dimidiata* (Hemiptera: Reduviidae: Triatominae) in Peten, Guatemala. *Journal of Medical Entomology*, 40: 800- 806.

- Monrroy, C., Rodas, A., Mejia, M., Rosales, y Tabaru, Y. (2002). Epidemiology of Chagas Disease In Guatemala: infection rate of *Triatoma dimidiata* (Hemiptera, Reduviidae) whit *Trypanosoma cruzi* and *Trypanosoma rangeli* (Kinetoplastida: Tripanosomatidae) Mem. Inst. Oswaldo Cruz. 98 (3): 305 -310.
- Monteiros, F.A., Peretolchina, T., Lazoski, C., Harris, K., Dotson, E.M. (2013). Phylogeographic Pattern and Extensive Mitochondrial DNA Divergence Disclose a Species Complex within the Chagas Disease Vector *Triatoma dimidiata*. PLoS ONE 8(8).
- Moran, A. (2013). Ficha Técnica de *Triatoma dimidiata*, Latreille (1811). Centro de Investigación y Desarrollo de la Salud. Universidad de El Salvador. Bioma. ISSN 2307- 0560. PDF
- Morocolma, A., Herrera, L., Sousa, L., Villalobos, M. A., (2011). Simpatry of triatomines (Reduviidae) and scorpions (Buthidae) in Cocos nucifera and Acrocomia aculeata (Aracaceae) in Anzoátegui State, Venezuela. Researchgate. Boletín de Malariología y Salud Ambiental · December 2011 PDF.
- Nakagawa, J., Juárez, J., Nakatsuj, K., Akiyama, T., Hernández, G., Macal, Flores, R., Ortiz, M., Marroquín, L., Bamba M., y Wakai, S. (2005). Geographical characterization of the triatominae infestations in North-Central Guatemala. Annals of Tropical Medicine and Parasitology, 99: 307-315.
- Neiva, A. (1914). Revisao do genero *Triatoma* Lap Tesis Fac. Med. Rio de Janeiro 80pp Otalora Benjamín Triatoma dimidiata (Latreille). Anales Soc. Biol. Bogota 5, 135–137.
- Neiva, A. y Lent, H. (1936). Notas e comenta'rios sobre triatomi'neos Lista de espe'cies e sua distribuic,a'õ geogra'fica. Rev. Ent. Rio de Janeiro 6, 153–190.
- Neiva, A., y Lent, H. (1941). Sinopsis dos triatomideos. Rev. Ent. Rio de Janeiro 12,61–92.
- Nijhout, H. F. (2006) A quantitative analysis of the mechanism that controls the body size in *Manduca sexta*. J. Biol. 5.

- Noireau, F., Flores, R., Gutierrez, T. y Dujardin, J.P. (1997)a. Détection of silvatic dark morphs of *Triatoma infestans* in the Bolivian Chaco. — Mem. Osw. Cruz, 92: 583-584.
- OMS. (2002). Comité de Expertos de la OMS sobre la enfermedad de Chagas. Segundo informe del comité de expertos de la OMS: Control de la enfermedad de Chagas. Ginebra: Organización Mundial de la Salud. OMS, Series de informes técnicos, 905, 124 pp.
- OPS/OMS (2003). Iniciativa de los países de Centroamérica (IPCA) para la interrupción de la transmisión vectorial y transfusional de la enfermedad de Chagas. Sexta reunión de la comisión intergubernamental de la iniciativa de los Países de Centroamérica para la interrupción de la transmisión vectorial de la enfermedad de Chagas. Tegucigalpa. Honduras.
- OPS (2007). Estimación cuantitativa de la enfermedad de Chagas en las Américas. Montevideo: (OPS/HDM/CD/425-06); pp. 6-17.
- Padilla-Gonzales, A. L., Flores-Villegas, A. L., Jimenez-Santiago, B., Toriello, C., Bucio-Torres M., Salazar-Schettino, P. M., Vences-Blanco, M. O., Cabrera-Bravo, M. (2022). Chinch besuconas contra hongos come insectos. Una batalla biológica. Departamento de Microbiología y Parasitología, Facultad de Medicina, Universidad Nacional Autónoma de México. Centro de Investigación Científica de Yucatán, A.C. 14: 144–148. PDF.
- Pereira, J., Dujardin, JP., Salvatella, R., Tibayrenc, M. (1996). Ezymatic variability and phylogenetic relatedness among *Triatoma infestans*, *T. platensis*, *T. delpontei* and *T. rubrovaria*. Heredity 77:47-54.
- Pinto, C. (1925). Ensaio monographico dos reduvideos hematophagos ou “barbeiros”.
- Polonio, R., Ramirez-Sierra M.J. y Dumonteil, E. (2009). Dynamics and distribution of house infestation by *Triatoma dimidiata* in central and Southern Belize. Vector-Borne and Zoonotic Diseases, 9: 19-24.

- Quintal, R.E. y Polanco, G.G. (1977). Feeding preferences of *Triatoma dimidiata maculipennis* in Yucatan, Mexico. *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, 26:176-178.
- Quiros, Ó., Jaramillo N., Angulo V. M., Parra G. (2017). *Triatoma dimidiata* en Colombia; distribución, ecología e importancia epidemiológica *Biomédica* 2017;37:274-85.
- Ramírez-Sierra, M.J., Herrera-Aguilar, M.S., Gourbiere y Dumonteil, E. (2010). Patterns of house infestation dynamics by non-domiciliated *Triatoma dimidiata* reveal a spatial gradient of infestation in rural villages and potential insect manipulation by *Trypanosoma cruzi*. *Tropical Medicine and International Health*, 15: 77-86
- Ramsey, J.M., Ordoñez R., Cruz-Celis A., Alvear A.L., Chavez V.,(2000). Distribution of domestic Triatominae and stratification of Chagas Disease transmission in Oaxaca Mexico. *Medical and Veterinary Entomology*. 2000; 14: 19-30.
- Reyes-Novelo, E., Ruiz Peña, H., Escobedo-Ortegón, J., Barrera Pérez, M. (2011) Biología y ecología de *Triatoma diimidiata* (Latreille, 1811), algunos aspectos de estudio. *Universidad de Guadalajara Dugesiana* 18(1): 11-16.
- Rohlf, F. J. y Marcus, L. F. (1993) A revolution in morphometrics. *Trends in Ecology and Evolution* (4):129-32.
- Ruiz-Piña, H. y Cruz-Reyes, A. (2002). The opossum *Didelphis virginiana* as a synanthropic reservoir of *Trypanosoma cruzi* in Dzidzilché, Yucatan, Mexico. *Memorias do Instituto Oswaldo Cruz*, 97: 613-620.cruz Rio de Janeiro.
- Ryckman, R.E. y Arcmbold, E.F. (1981). The Triatominae and Triatominae-borne trypanosomes of Asia, Africa, Australia and the East Indies. — *Buil. Soc. Vector Ecologists*, 6: 143-166.
- Salazar-Schettino, M., Rojas-Wastavino, G. E., Cabrera-Bravo, M., Bucio-Torres, M., Martínez-Ibarra, J.A., Monroy-Escobar, M.C., Rodas-Retana, A., Guevara-Gómez, Y., Vences-Blanco, M.O., Ruiz-Hernández, A.L., Torres-Gutiérrez, E.

- (2010). Revisión de 13 especies de la familia Triatominae (Hemiptera: Reduviidae) vectores de la enfermedad de Chagas, en México. J Selva Andina Res Soc. 2010; 1 (1): 57-80. Vol 1 No 1.
- Salazar-Schettino, M., Rojas-Wastavino, G. E., Cabrera-Bravo, M., Bucio-Torres M., Martínez-Ibarra, J.A., Monroy-Escobar, M.C., Rodas-Retana, A., Guevara-Gómez, Y., Vences-Blanco, M.O., Ruiz-Hernández, A.L., Torres-Gutiérrez, E. (2010). Revisión de 13 especies de la familia Triatominae (Hemiptera: Reduviidae) vectores de la enfermedad de Chagas, en México. J Selva Andina Res Soc. 2010; 1 (1): 57-80. Vol 1 No 1.
- Salazar-Schettino, P.M., De Haro-Arteaga, I., Uribarren-Berrueta, T. (1988). Chagas disease in México. Parasitology Today. 1988; 4: 348-52.
- Schofield, C.J. y Dolling, W.R. (1993). Bedbugs and kissing-bugs (bloodsucking hemiptera).— in: Lane, R.P. y Crosskey, R.W. (eds.). Médical insects and arachnids, chapman y hall, london, uk, pp. 483-516.
- Schofield, C.J. (1988). Biosystematics of the Triatominae. En: Biosystematic of Haematophagous Insects. — In: Service, M.W. (ed.), Systematics Assoc, Special Vol., 37: 284-312, Clarendon Press, Oxford.
- Schuh, R., y Slater, J. (1995). True Bugs Of The World (Hemiptera: Heteroptera). Classification and natural history. USA: Cornell Univertisy Press
- Sherlock, L. (2000). *Trypanosoma cruzi* e doença de Chagas. En Brener, Z. Andrade, Z. Barral- Neto M. (editors). 2da edición Guanabra Koogan, Rio de Janeiro 431 Pp.
- Slice, D.E. (2005). Modern Morphometrics. In: Slice DE. (ed.), Modern Morphometrics in Physical Anthropology, pp. 1-45. Kluwer Academic Publishers, NY.
- Soares, R.P.P., Santos, A.R.G., Barbosa, S.E., Dujardin, J.-P, Schofield, C.J., Siqueira, A.M. y Diotaiuti, L. (1999). Characterization of *Rhodnius neglectus* from Two Régions of Brazil Using Isoenzymes, Genitalia Morphology and Morphometry. — Memàrias do Instituto Oswaido Cruz, 94(2): 161-166.

- Tabaru, Y., Monroy, M., Rodas, A., Mejia, M., Rosales, R., (1999). The geographical distribution of vectors of Chagas disease and populations at risk of infection in Guatemala. *Med Entomol Zool* 50 9-17.
- Wentworth-Thompson, D. (1980). Sobre el crecimiento y la forma. H. Blumes ediciones. Primera edición española. Rosario 17, Madrid. España. ISBN: 84-7214-205-1. PDF.
- Toro, I. M. V., Mariquez, S. G., Suazo, G. L. (2010). Morfometría geométrica y el estudio de as formas biológicas; de la morfología descriptiva a la morfología cuantitativa. *Int. J. Morphol.*, 28(4):977-990.
- Usinger, R.L. (1941). Notes and descriptions of neotropical Triatominae (Hemiptera).
- Usinger, R.L. (1944). The Triatominae of North and Central America and the West Indies and their public health significance. — *US Public Health Bulletin*, 288, 83 pp.
- Vallejo, G.A., Suárez, Y., Olaya, L.J., Gutiérrez, S. A., Carranza, J.C. (2015). *Trypanosoma rangeli*: un protozoo infectivo y no patógeno para el humano que contribuye al entendimiento de la transmisión vectorial y la infección por *Trypanosoma cruzi*, agente causal de la enfermedad de Chagas. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*.
- Velasco-Castrejón, O., Valdespino-Gómez, J.L., Tapia-Conyer, R., Salvatierra-Izaba, B., Guzmán-Bracho, C. (1992). Seroepidemiología de la Enfermedad de Chagas. *Salud Pública de México*; 34: 186-96.
- Vidal-Acosta, V., Ibañez-Bernal, S., MartínezCampos, C. (2000). Infección natural de chinches Triatominae con *Trypanosoma cruzi* asociadas a la vivienda humana en México. *Salud Pública de México*; 42: 496-03.
- Zárate, L.G., y Zárate, R.G. (1985). A checklist of the Triatominae (Hemiptera: Reduviidae) of Mexico. *Int J Entomol*; 27: 102-27.

Zeledón, R. (1981). El *Triatoma dimidiata* (Latreille, 1811) y su relación con la enfermedad de Chagas. Editorial Universidad Estatal a Distancia, San José, CR.

Zeledón, R. (1983). Vectores de la enfermedad de Chagas y sus características ecofisiológicas. *Interciencia* 86: 384-395.

XIII. Anexos

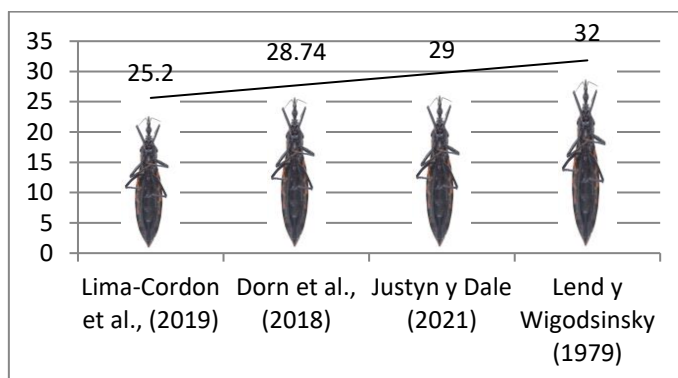
Anexo 1. Tabla de variables que presentaron normalidad de los datos obtenidos en las mediciones de variables lineales de *Triatoma dimidiata*.

Variable	Hembras	Machos	Variable	Hembras	Machos
LA1	Si	No	Sy	No	No
AA1	Si	Si	DO	No	No
LA2	No	No	Ne	No	No
AA2	Si	No	Cly	Si	No
LM1	No	No	R1	No	No
AM1	No	No	R2	Si	No
Lm2	Si	No	R3	No	No
AM2	No	No	S3	No	No
Lme	Si	Si	S2	Si	Si
LK	Si	Si	S1	No	Si
MAA	Si	Si	C1	Si	Si
LT	Si	No	C2	No	Si
A	Si	No	C3	No	No
LP	Si	Si	Z3	No	No
AP	Si	No	Z2	No	No
LE	Si	Si	Z1	No	No
LC	Si	Si			

Anexo 2. Tabla del promedio de las longitudes en centímetros de las 34 variables morfológicas de *Triatoma dimidiata* por región fisiográfica. M.N. (Montañas del Norte) C.P. (Cuenca del Papaloapan) P.Y. (Península de Yucatán).

Hembras				Machos			
Variable	M.N.	C.P.	P.Y.	Variable	M.N.	C.P.	P.Y.
LA1	1.996	1.927	2.031	LA1	2.015	1.810	1.844
AA1	0.688	0.707	0.721	AA1	0.712	0.665	0.663
LA2	1.504	1.447	1.431	LA2	1.490	1.392	1.330
AA2	0.641	0.618	0.591	AA2	0.636	0.584	0.540
LM1	0.348	0.297	0.206	LM1	0.348	0.249	0.195
AM1	0.175	0.146	0.103	AM1	0.195	0.131	0.108
LM2	0.365	0.316	0.355	LM2	0.342	0.305	0.316
AM2	0.097	0.095	0.107	AM2	0.110	0.084	0.093
Lme	1.412	1.365	1.459	Lme	1.421	1.303	1.322
LK	1.247	1.187	1.244	LK	1.255	1.114	1.145
MAA	0.271	0.246	0.249	MAA	0.261	0.225	0.232
LT	2.969	2.913	2.958	LT	2.924	2.539	2.697
A	0.647	0.622	0.637	A	0.641	0.571	0.584
LP	0.479	0.452	0.462	LP	0.465	0.429	0.433
AP	0.728	0.702	0.711	AP	0.740	0.647	0.652
LE	0.357	0.345	0.362	LE	0.346	0.315	0.317
LC	0.469	0.467	0.463	LC	0.478	0.442	0.434
Sy	0.099	0.091	0.099	Sy	0.092	0.089	0.088
DO	0.126	0.128	0.119	DO	0.135	0.121	0.115
Ne	0.120	0.116	0.119	Ne	0.119	0.113	0.110
Cly	0.197	0.186	0.195	Cly	0.198	0.181	0.180
R1	0.103	0.110	0.097	R1	0.103	0.095	0.096
R2	0.326	0.290	0.305	R2	0.318	0.285	0.289
R3	0.176	0.180	0.197	R3	0.178	0.175	0.187
s3	0.619	0.620	0.618	s3	0.617	0.570	0.568
s2	0.575	0.610	0.590	s2	0.583	0.490	0.541
s1	0.194	0.170	0.170	s1	0.184	0.160	0.166
c3	0.681	0.630	0.647	c3	0.665	0.580	0.623
c2	0.675	0.600	0.678	c2	0.657	0.595	0.630
c1	0.195	0.200	0.163	c1	0.209	0.180	0.174
z3	0.834	1.060	0.852	z3	0.915	0.750	0.816
z2	1.043	0.810	1.068	z2	0.946	0.705	0.975
z1	0.201	0.210	0.180	z1	0.213	0.135	0.186

Anexo 3. Comparación del tamaño de los ejemplares de *Triatoma dimidiata* descritos por los autores mencionados. Se agrega el promedio de la talla en cm.



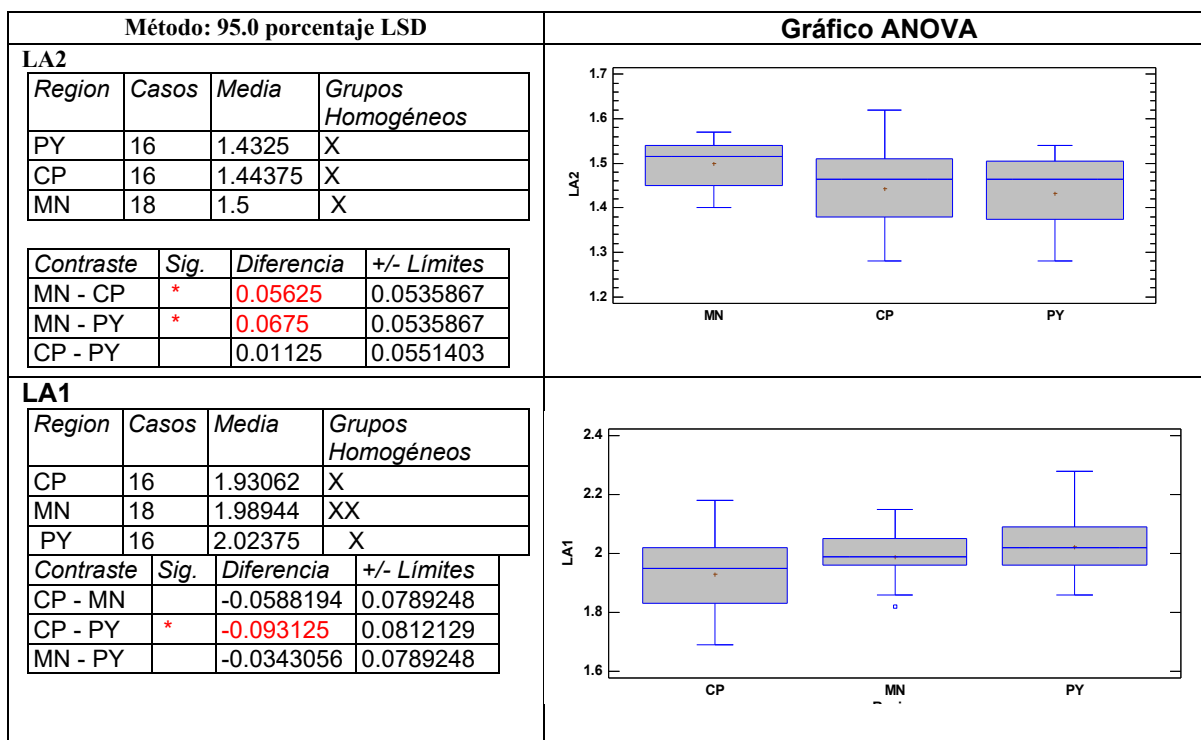
Anexo 1. Tabla de las variables con significancia en las pruebas realizadas en la comparación de la varianza. Se muestran únicamente aquellas que demostraron tener diferencias significativas con un nivel de 95% de confianza.

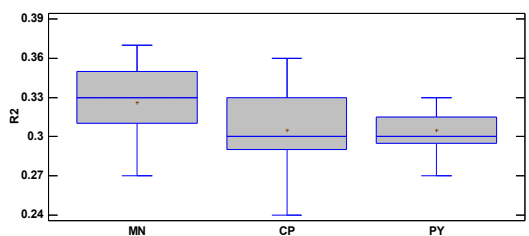
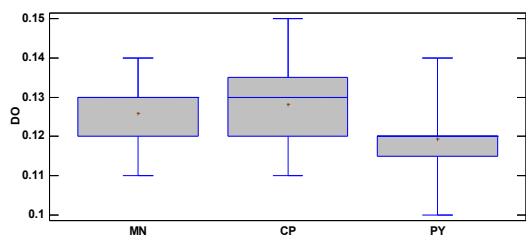
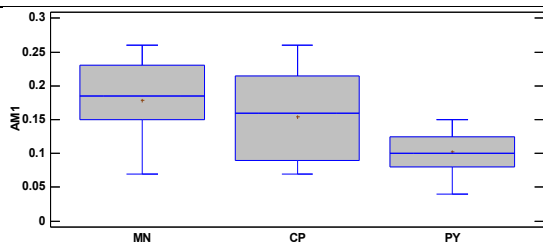
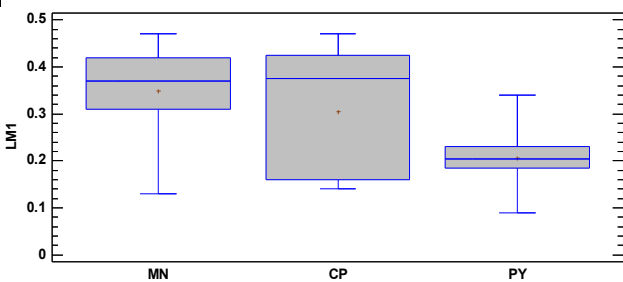
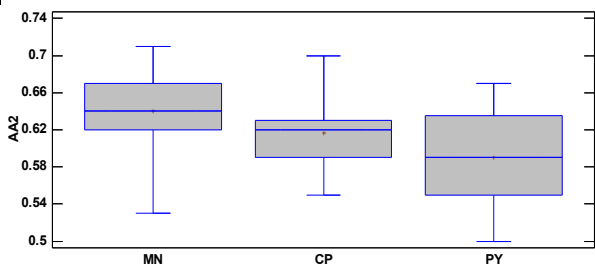
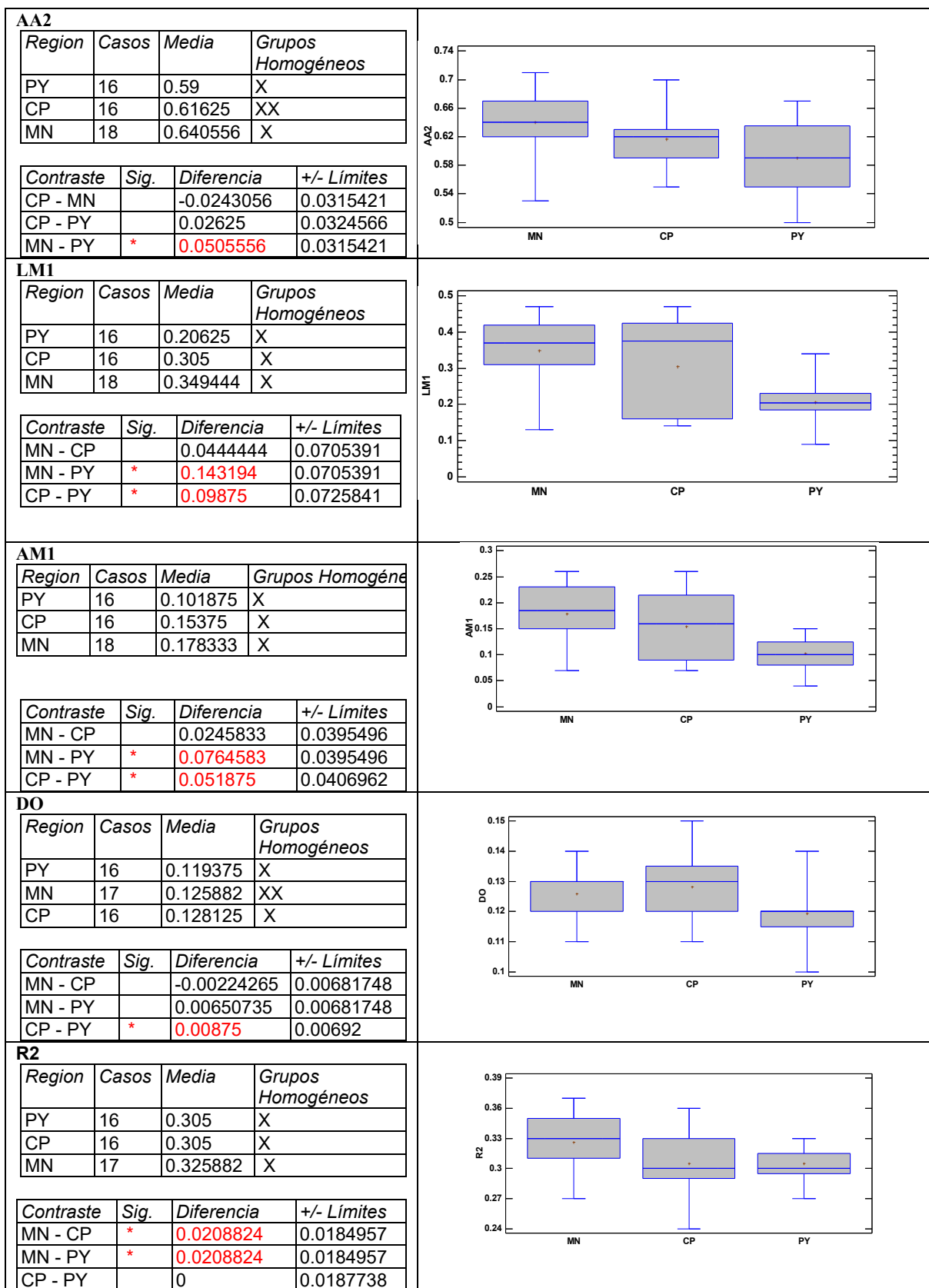
Hembras		Machos	
Variable	P value	Variable	P value
LA1		LA1	p= 0.000031
AA1		AA1	p= 0.0061
LA2	p=0.02318	LA2	p=0.001856
AA2	p=0.007175	AA2	p= 0.000142
LM1	p=0.002756	LM1	p= 0.00088
AM1	p=0.004939	AM1	p= 0.00535
AM2		AM2	p= 0.000596
Lme		Lme	p= 0.00001
LK		LK	p=0.00001
MAA		MAA	p= 0.0012
LT		LT	p= 0.00143
A		A	p= 0.001182
LP		LP	p= 0.0212
AP		AP	p= 0.000063
LE		LE	p= 0.127
LC		LC	p= 0.0018
DO	p=0.005969	DO	p= 0.000013
Cly		Cly	p= 0.043798
R1		R1	p= 0.013822
R2	p=0.03429	R2	

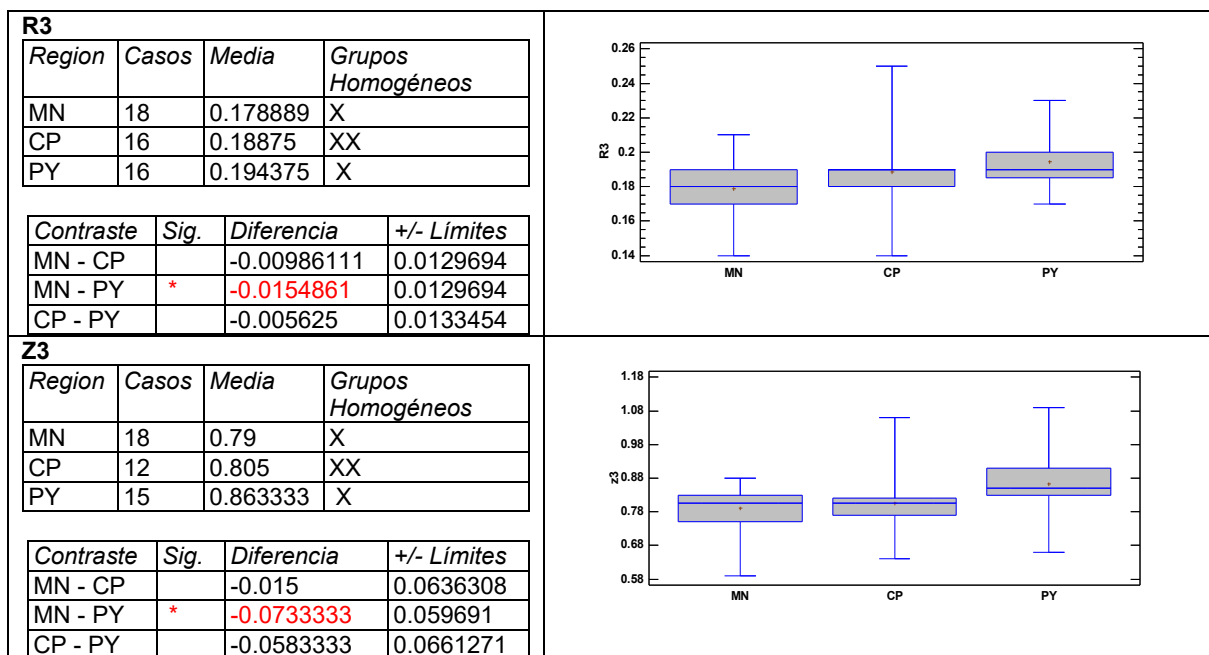
R3	p=0.01246	R3	
S3		S3	p= 0.014079
C1		c1	p= 0.0460
Z3	p=0.014022	Z3	

Anexo 2. En la siguiente tabla se presenta la comparación de las medias de las variables analizada que demostraron diferencias estadísticamente significativas de *Triatoma dimidiata* por región fisiográfica (CP: Cuenca del Papaloapan, MN: Montañas del Norte, PY: Península de Yucatán). Se acompañan de la prueba de multiples rangos con las diferencias estimadas entre cada par de medias, No existen diferencias estadísticamente significativas entre aquellos niveles que compartan una misma columna de "X". El método empleado para discriminar entre las medias es el procedimiento de diferencia mínima significativa (LSD) de Fisher. Se ha colocado un asterisco junto a 1 par, indicando que este par muestra diferencias estadísticamente significativas con un nivel del 95.0% de confianza.

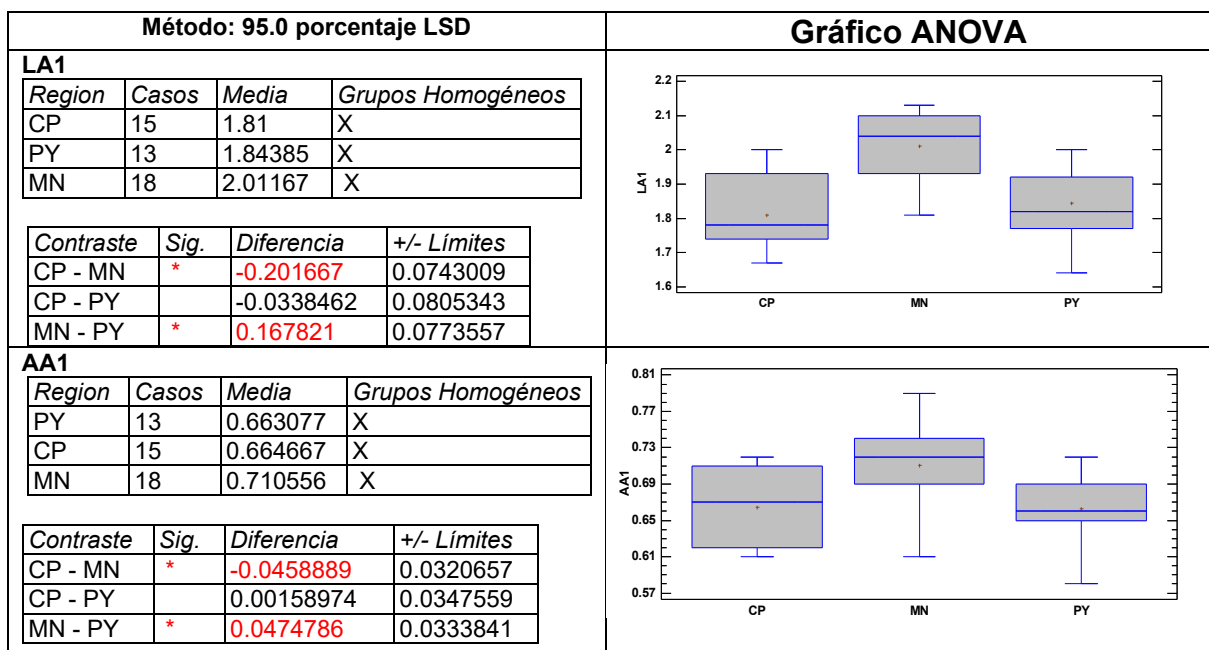
Hembras

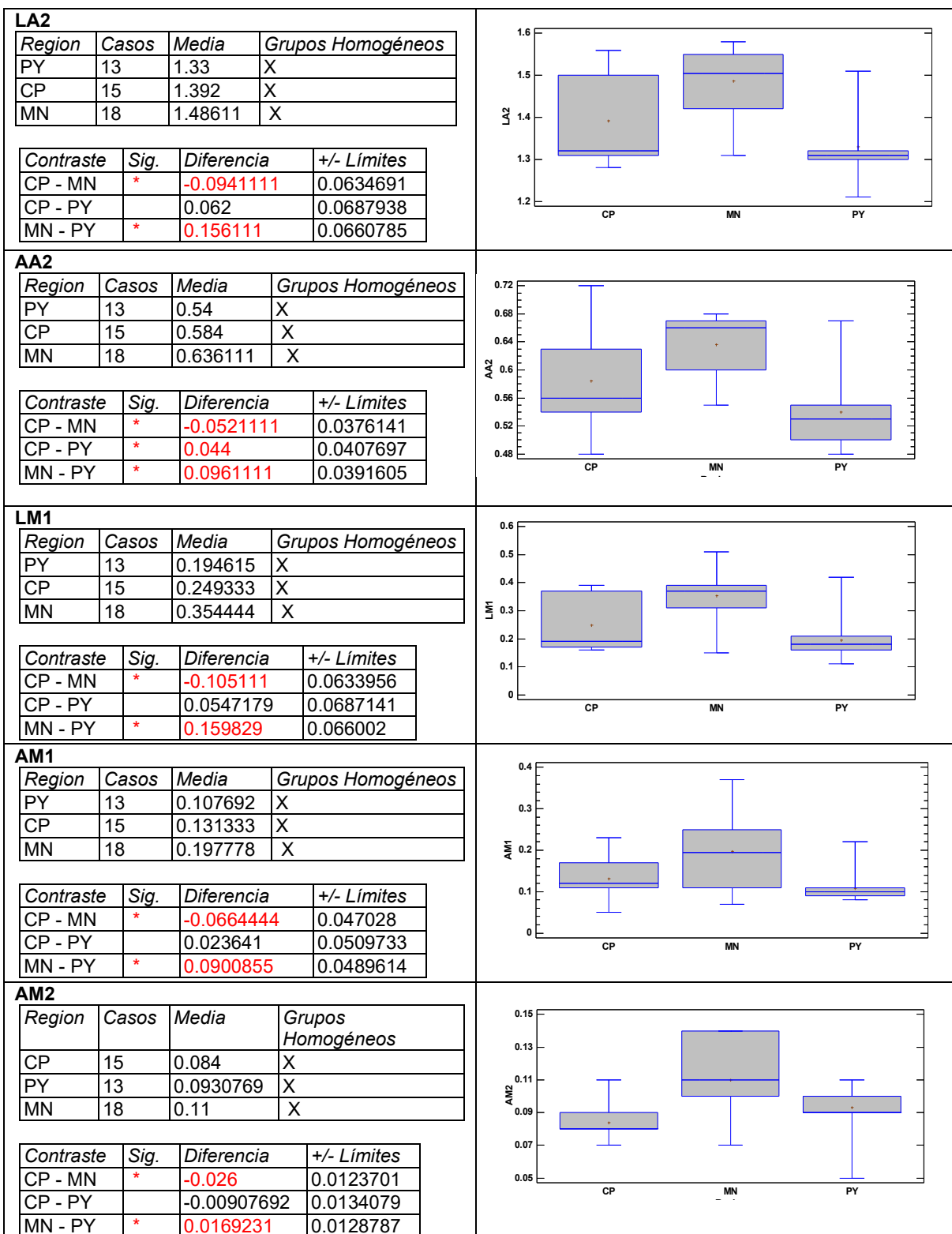


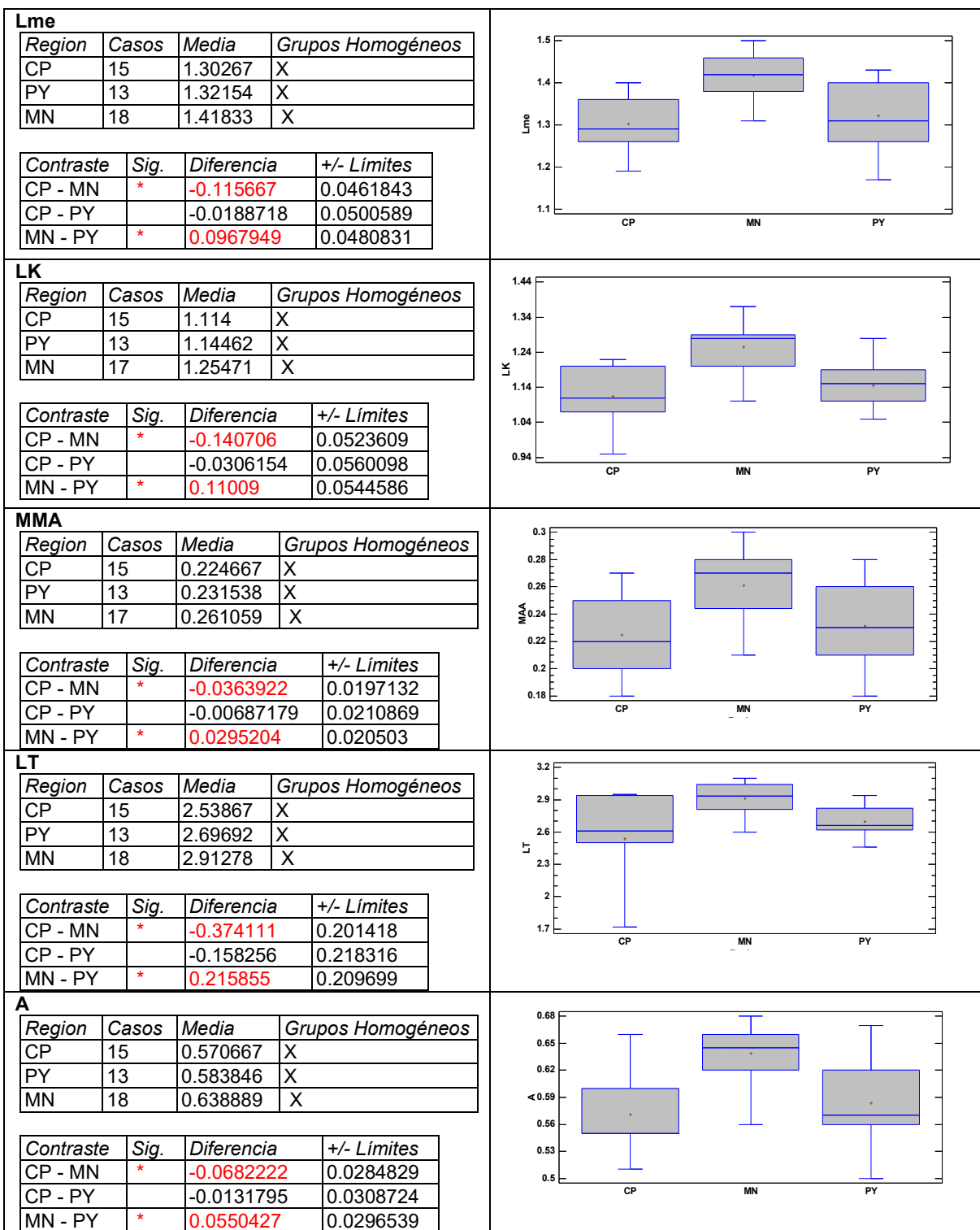


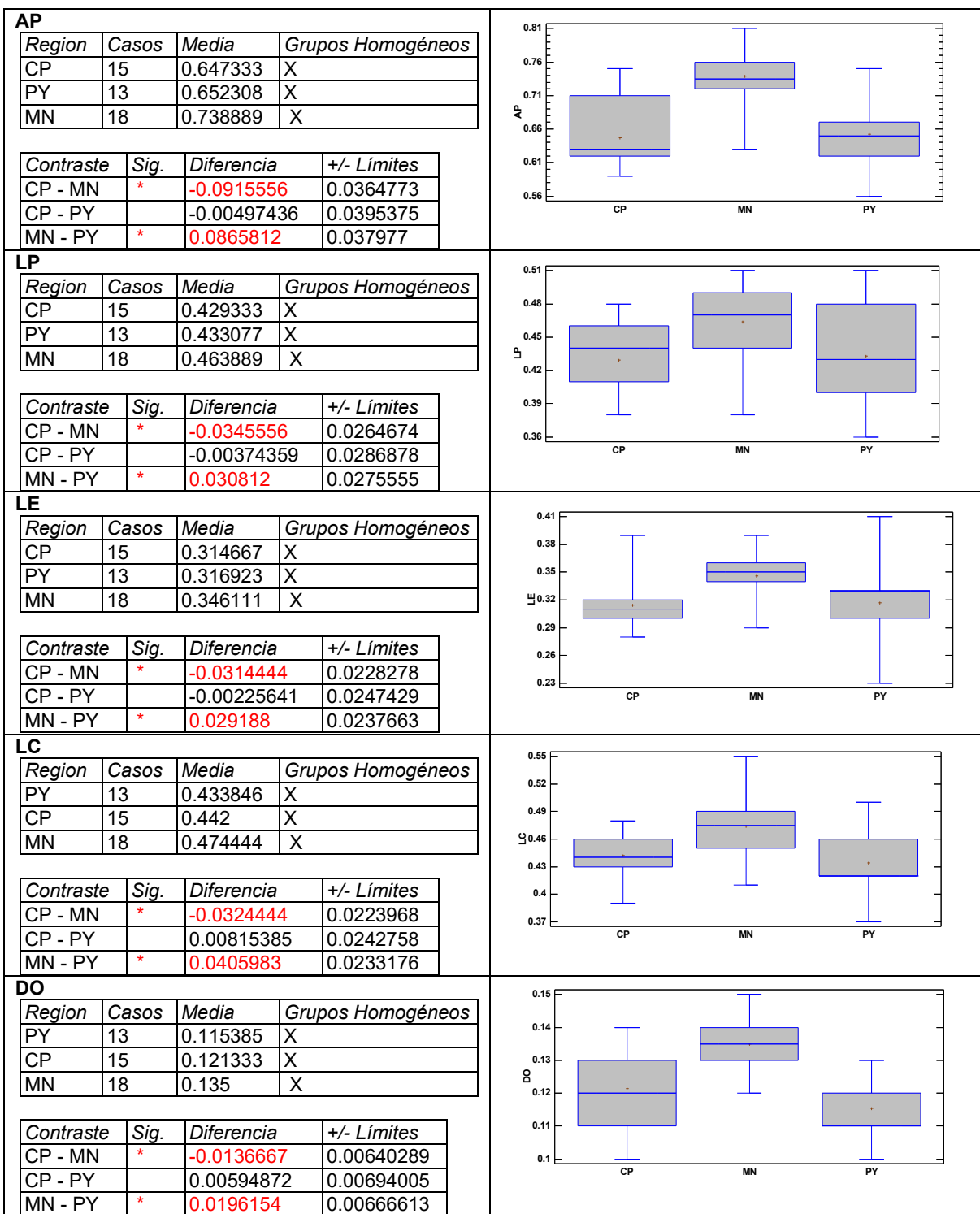


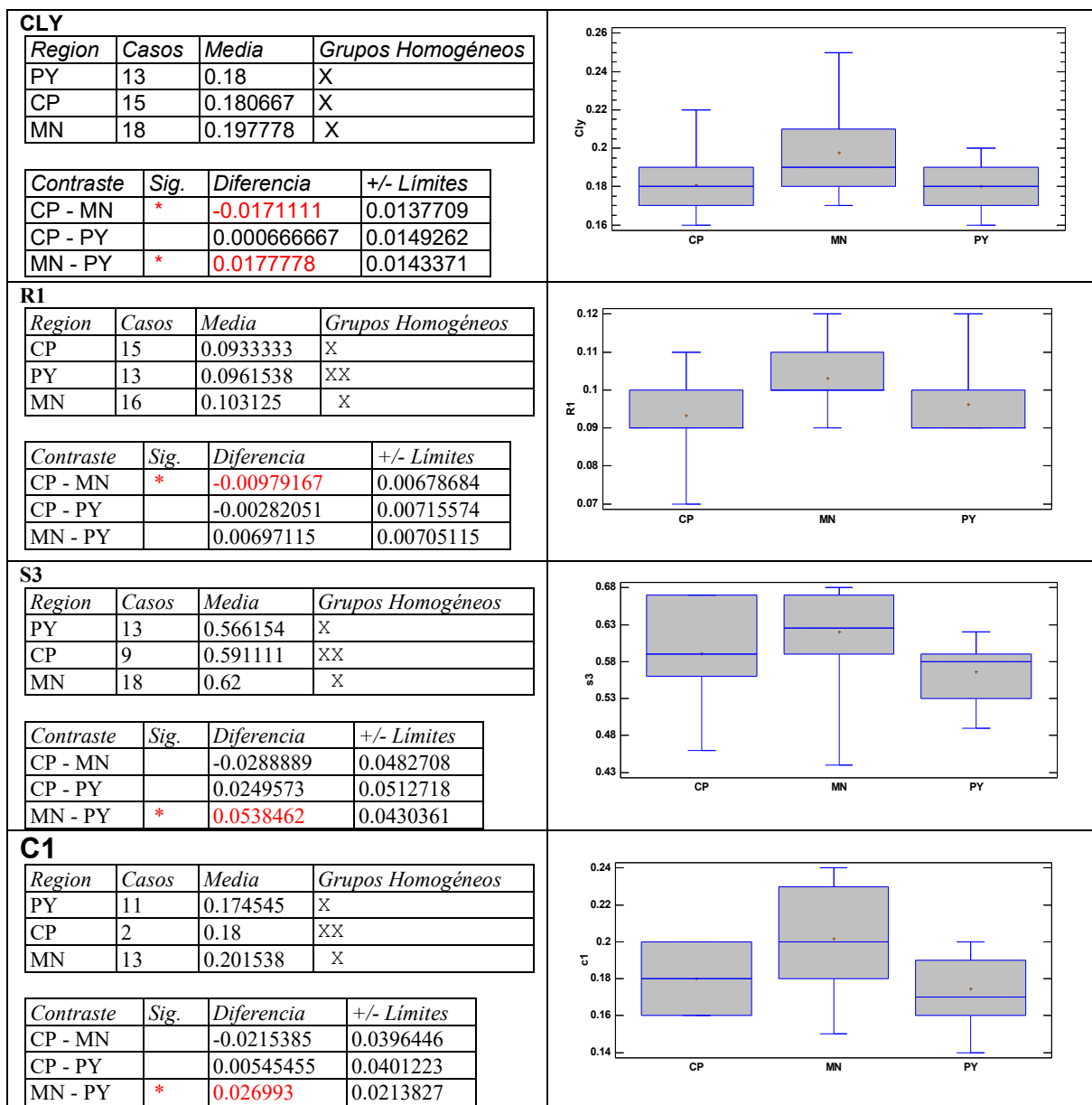
Machos



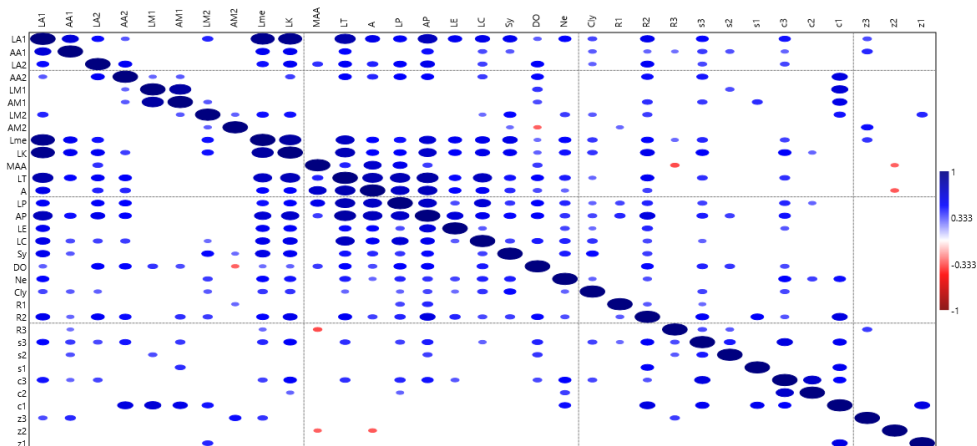




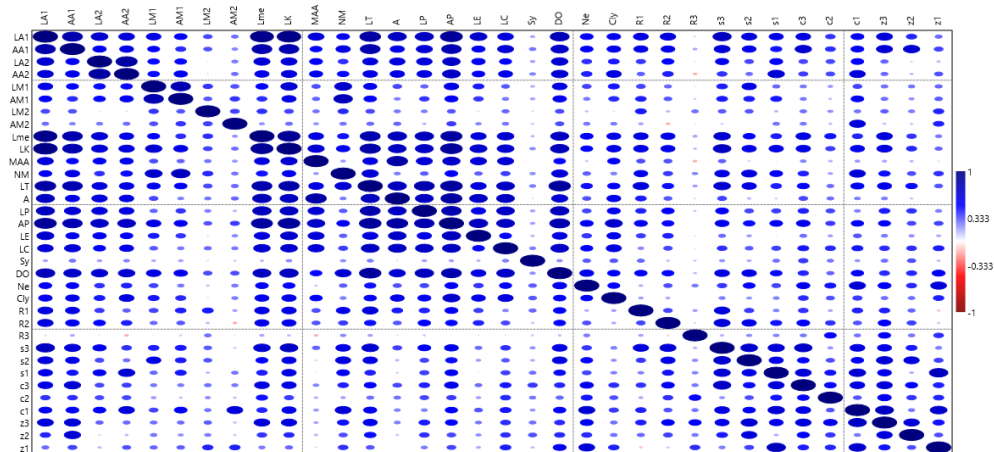




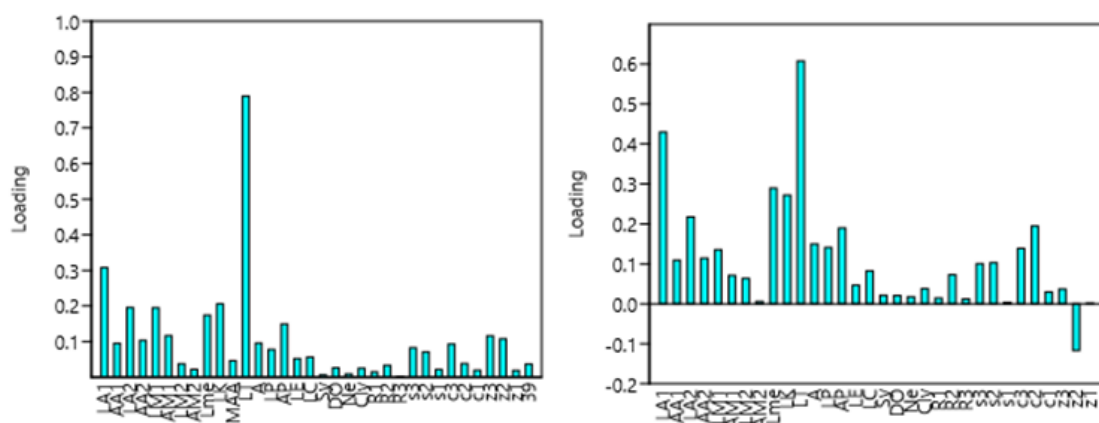
Anexo 3. Correlación entre las variables lineales de las hembras de *Triatoma dimidiata*, el color indica el coeficiente de correlación, siendo en azul los próximos a valores 1 y en rojo a valores negativos (-).



Anexo 4. Correlación entre las variables lineales de los machos de *Triatoma dimidiata*, el color indica el coeficiente de correlación, siendo en azul los próximos a valores 1 y en rojo a valores negativos (-).



Anexo 5. Loadings de las variables obtenidos del análisis de componentes principales utilizando todas las variables como método exploratorio para descartar variables con poco aporte estadístico.



Anexo 6. Tabla de valores de los componentes principales obtenidos en el análisis para las variables lineales de las hembras de *Triatoma dimidiata*, arriba hembras, abajo machos (Var: variable, PC: componente principal).

Hembras

Var.	PC 1	PC 2	PC 3	PC 4	PC 5	PC 6	PC 7	PC 8
LA2	0.26218	-0.41894	0.77309	-0.36314	0.038967	-0.14247	0.05906	-0.030087
AA2	0.16653	-0.18357	0.25974	0.87206	-0.29694	-0.092643	-0.11633	-0.018238
LM1	0.84354	0.1573	-0.24074	-0.16176	-0.38541	0.13992	0.090486	-0.057157
AM1	0.42693	0.092786	-0.099022	0.17712	0.78451	-0.34569	-0.167	0.071403
DO	0.038365	-0.034474	0.027401	0.028951	-0.017684	0.11479	0.1887	0.97296
R2	0.082502	-0.027466	0.16216	0.16204	0.36749	0.87868	0.12147	-0.13416
R3	-0.022316	0.095124	0.0080346	0.15143	0.087801	-0.21527	0.94285	-0.15635
z3	-0.030307	0.86397	0.48989	0.0092621	-0.056967	-0.020904	-0.087036	0.036046

Machos

Var	PC 1	PC 2	PC 3	PC 4	PC 5	PC 6	PC 7	PC 8
LA1	0.30447	0.46979	-0.32869	-0.22059	0.018072	-0.28063	0.2071	-0.44872
LA2	0.20002	0.30419	-0.03873	0.91822	0.003609	-0.1123	-0.07271	0.070116
LM1	0.19513	0.36141	0.68641	-0.11845	-0.57252	0.094251	0.068682	0.056223
AM1	0.11509	0.22106	0.48724	-0.06355	0.80604	0.032574	0.20395	0.037817
Lme	0.17163	0.27341	-0.31816	-0.16255	-0.083763	-0.17936	0.44887	0.47617
LK	0.20296	0.32155	-0.11557	-0.25081	0.1203	-0.03497	-0.79721	0.3573
LT	0.84432	-0.53271	0.043093	-0.01035	-0.000644	-0.03626	0.000504	0.00457
A	0.09956	0.08407	-0.22598	0.025603	0.026031	0.77441	0.2148	0.34055
AP	0.1501	0.19568	-0.12002	-0.00716	0.004244	0.51408	-0.1495	-0.56458

Anexo 7. Valores loadings del análisis de discriminantes obtenidos en el análisis para las variables lineales de las hembras (Izq.) y machos (Der.) de *Triatoma dimidiata*.

Hembras	Axis 1	Axis 2	Machos	Axis 1	Axis 2
LA2	2.9053	-6.4367	LA1	0.8818	-16.432
AA2	9.1986	1.7825	LA2	3.4004	7.8703
LM1	2.4801	-6.2896	LM1	7.6437	7.5418
AM1	8.8622	12.69	AM1	3.7295	2.0187
DO	-27.17	141.35	Lme	6.9415	20.136

R2	7.1358	-34.518	LK	-8.2994	-15.374
R3	-15.711	-10.588	LT	-0.83998	-1.8525
Z3	-6.3284	2.5566	A	15.86	-8.9224
			AP	-3.3768	14.887

Anexo 11. Análisis de la varianza de los scores obtenidos del análisis de discriminantes de las variables lineales de machos y hembras de *Triatoma dimidiata*.

Hembras				Machos			
Wilks' lambda:	0.4522	Pillai trace:	0.6211	Wilks' lambda:	0.04679	Pillai trace:	1.562
df1:	16	df1:	16	df1:	40	df1:	40
df2:	78	df2:	80	df2:	48	df2:	50
F:	2.374	F:	2.252	F:	4.348	F:	4.453
p (same):	0.006178	p (same):	0.009347	p (same):	1.08E-06	p (same):	5.30E-07

Anexo 8. Análisis de la varianza de los scores del Axis 1 y Axis 2, obtenidos en el análisis de discriminantes (LDA) de las variables lineales de las hembras de *Triatoma dimidiata*, con un nivel del 95% de confianza.

ANOVA Axis 1					
Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	46.8706	2.00E+00	23.4353	2.34E+01	0.00001
Intra grupos	46.0001	4.60E+01	1		
Total (Corr.)	92.8707	48			
ANOVA Axis 2					
Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	16.8253	2	8.41263	8.41	0.0008
Intra grupos	46.0001	46	1		
Total (Corr.)	62.8254	48			

Anexo 9. Prueba de múltiples rangos para los scores del Axis 1 y 2 obtenidos del análisis de discriminantes de las variables lineales de hembras de *Triatoma dimidiata*. (Método: 95.0 porcentaje LSD), en el cual se pueden apreciar que las regiones comparadas son representadas por una "X" en la casilla de grupos homogéneos, las "X" sobre la misma columna indican que no existen diferencias entre los grupos y los grupos pareados en la casilla de contraste marcados con un "*" son aquellos que presentan diferencias significativas.

	Región	Casos	Media	Grupos Homogéneos				Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
Axis 1	PY	15	-1.25782	X				MN - CP	*	1.22297	0.691617
	CP	16	-0.0925412		X			MN - PY	*	2.38825	0.703717
	MN	1.80E+01	1.13043			X		CP - PY	*	1.16528	0.723432
Axis 2											
	PY	15	-0.458668	X				MN - CP	*	-1.20391	0.691617
	MN	18	-0.364189	X				MN - PY		0.0944791	0.703717
	CP	16	0.839725		X			CP - PY	*	1.29839	0.723432

Anexo 10. Análisis de la varianza de los scores del Axis 1 y Axis 2, obtenidos en el análisis de discriminantes (LDA) de las variables lineales de los machos de *Triatoma dimidiata*, con un nivel del 95% de confianza.

Axis 1					
Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	48.9863	2	24.4931	24.49	0.0001
Intra grupos	42.9994	43	0.999986		
Total (Corr.)	91.9857	45			
Axis 2					
Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	28.2584	2	14.1292	14.13	0.00001
Intra grupos	43.0002	43	1		
Total (Corr.)	71.2586	45			

Anexo 11. Prueba de múltiples rangos para los escores del Axis 1 y 2 obtenidos del análisis de discriminantes de las variables lineales de machos de *Triatoma dimidiata*. (Método: 95.0 porcentaje LSD), en el cual se pueden apreciar que las regiones comparadas son representadas por una “X” en la casilla de grupos homogéneos, las “X” sobre la misma columna indican que no existen diferencias entre los grupos y los grupos pareados en la casilla de contraste marcados con un “*” son aquellos que presentan diferencias significativas.

	Región	Casos	Media	Grupos Homogéneos				Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
Axis 1	PY	13	-1.1959	X				MN - CP	*	1.68E+00	0.70503

	CP	15	-0.4447	X					MN - PY	*	2.43E+00	0.73402
	MN	18	1.23437		X				CP - PY		0.75117	0.76418
Axis 2												
	PY	13	-0.8569	X					CP - MN	*	1.3518	0.70504
	MN	18	-0.2768	X					CP - PY	*	1.93187	0.76419
	CP	15	1.07493		X				MN - PY		0.5800	0.73403

Anexo 12 . Cálculo de las distancias cuadráticas de Mahalanobis obtenidos en el análisis para las variables lineales de las hembras (Izq.) y machos (Der.) de *Triatoma dimidiata* con un 95% de confianza.

Hembras				Machos			
	MN	CP	PY		MN	CP	PY
MN		2.21E+00	4.779	MN		16.501	25.256
CP	2.2117		1.8222	CP	16.501		21.596
PY	4.779	1.8222		PY	25.256	21.596	

Anexo 13. Tabla del análisis de varianza de los scores obtenidos en el análisis de variables canónicas del estudio de morfometría geométrica de pronoto de hembras de *Triatoma dimidiata*.

Tabla ANOVA para CV1 del pronoto de las hembras por Región					
Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	0.00103245	2	0.00051622	41.94	0
Intra grupos	0.00052923	43	1.2308E-05		
Total (Corr.)	0.00156167	45			

Tabla ANOVA para CV2 del pronoto de las hembras por Región					
Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	0.00041415	2	0.00020708	15.53	0
Intra grupos	0.00057352	43	1.3338E-05		
Total (Corr.)	0.00098767	45			

Anexo 14. Prueba de múltiples rangos para los escores de la variable canónica 1 y 2 obtenidos del análisis de morfoletría geométrica del **pronoto** de **hembras** de *Triatoma dimidiata*. (Método: 95.0 porcentaje LSD), en el cual se pueden apreciar que las regiones comparadas son representadas por una “X” en la casilla de grupos homogéneos, las “X” sobre la misma columna indican que no existen diferencias entre los grupos y los grupos pareados en la casilla de contraste marcados con un “*” son aquellos que presentan diferencias significativas.

	Región	Casos	Media	Grupos Homogéneos				Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
CV 1	PY	13	-0.005355	X				CP - MN	*	-0.0038677	0.002575
	CP	18	-0.0014881		X			CP - PY	*	-0.0117833	0.0026809
	MN	15	0.0064274			X		MN - PY	*	-0.0079155	0.0024734
CV 2											
	PY	18	-0.0036217	X				CP - MN	*	0.0069903	0.0026807
	MN	15	0.0014265		X			CP - PY		0.0019421	0.0027908
	CP	13	0.0033686	X				MN - PY	*	-0.0050482	0.0025748

Anexo 15. Análisis de varianza de los scores obtenidos en el análisis de las variables canónicas del estudio de morfometría geométrica del pronoto de machos de *Triatoma dimidiata* por región.

Tabla ANOVA para CV1 del pronoto de los machos por Región					
Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	2.3595E-06	2	1.1797E-06	25.54	0
Intra grupos	2.0321E-06	44	4.62E-08		
Total (Corr.)	4.3916E-06	46			

Tabla ANOVA para CV2 del pronoto de los machos por Región					
Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	3.355E-06	2	1.6775E-06	20.66	0.00001
Intra grupos	3.5722E-06	44	8.12E-08		
Total (Corr.)	6.9272E-06	46			

Anexo 16. Tabla de la prueba de múltiples rangos para los escores de las variables canónica 1 y 2 obtenidos del análisis de morfometría geométrica del **pronoto** de machos de *Triatoma dimidiata*. (Método: 95.0 porcentaje LSD), en el cual se pueden apreciar que las regiones comparadas son representadas por una “X” en la casilla de grupos homogéneos, las “X” sobre la misma columna indican que no existen diferencias entre los grupos y los grupos pareados en la casilla de contraste marcados con un “*” son aquellos que presentan diferencias significativas.

	Región	Casos	Media	Grupos Homogéneos					Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
CV 1	MN	16	- 0.0002863	X					CP - MN	*	0.00052102	0.00014696
	PY	12	1.0084E-05		X				CP - PY	*	0.0002246	0.0001597
	CP	19	0.000234			X			MN - PY	*	-0.0002963	0.0001654
CV 2												
	PY	12	- 0.0004528	X					Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
	MN	16	0.0001137		X				CP - MN		7.6385E-05	0.0001948
	CP	19	0.0001901		X				CP - PY	*	0.000643	0.000211

Anexo 21. Análisis de la varianza de los scores obtenidos del análisis de variables canónicas del análisis de morfometría geométrica del pronoto con machos y hembras de *Triatoma dimidiata* por región fisiográfica.

Tabla ANOVA para CP1 por Región					
Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	0.00115769	2	0.00057885	36.97	0.0001
Intra grupos	0.00070455	45	1.5657E-05		
Total (Corr.)	0.00186223	47			

Tabla ANOVA para CP2 por Región					
Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	0.00136372	2	0.00068186	22.16	0
Intra grupos	0.00138444	45	3.0765E-05		
Total (Corr.)	0.00274817	47			

Anexo 17. Tabla de la prueba de múltiples rangos para los escores de las variables canónica 1 y 2 obtenidos del análisis de morfometría geométrica de la **cabeza de hembras** de *Triatoma dimidiata*. (Método: 95.0 porcentaje LSD), en el cual se pueden apreciar que las regiones comparadas son representadas por una “X” en la casilla de grupos homogéneos, las “X” sobre la misma columna indican que no existen diferencias entre los grupos y los grupos pareados en la casilla de contraste marcados con un “*” son aquellos que presentan diferencias significativas.

	Región	Casos	Media	Grupos Homogéneos				Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
CV 1	CP	15	-0.0072622	X				CP - MN	*	-0.0100264	0.0029615
	MN	14	0.0027642		X			CP - PY	*	-0.0109587	0.0027526
	PY	19	0.0036965		X			MN - PY		-0.0009323	0.0028070
CV 2											
	MN	14	-0.0077457					CP - MN	*	0.0083608	0.0041514
	CP	15	0.00061503		X			CP - PY	*	-0.0046068	0.0038586
	PY	19	0.00522186			X		PY-MN	*	0.003881	0.004114

Anexo 23. Análisis de la varianza de los scores obtenidos del análisis de variables canónicas del análisis de morfometría geométrica de la cabeza de machos y hembras de *Triatoma dimidiata* por región fisiográfica.

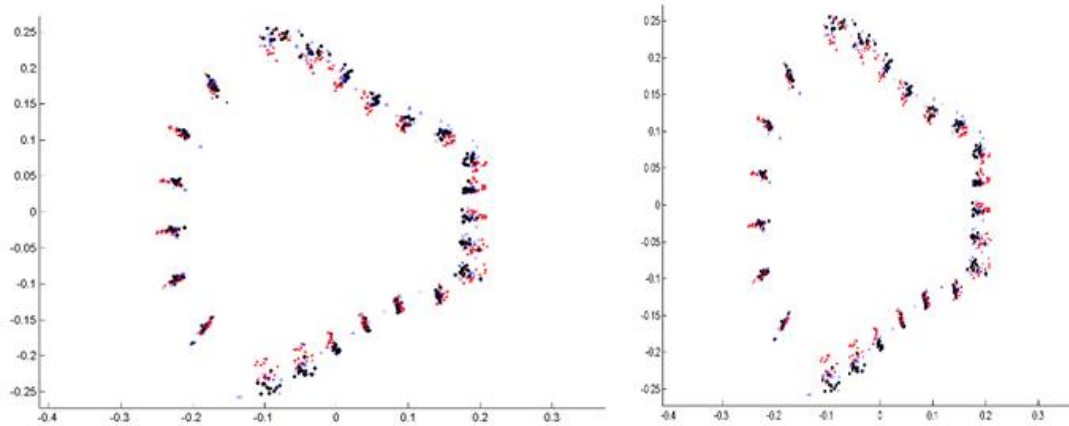
Tabla ANOVA para CP1 por Región					
Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	0.00279127	2	0.00139564	33	0
Intra grupos	0.00190294	45	4.2288E-05		
Total (Corr.)	0.00469421	47			

Tabla ANOVA para CP2 por Región					
Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	0.00072448	2	0.00036224	10.29	0.0002
Intra grupos	0.00158385	45	3.5197E-05		
Total (Corr.)	0.00230833	47			

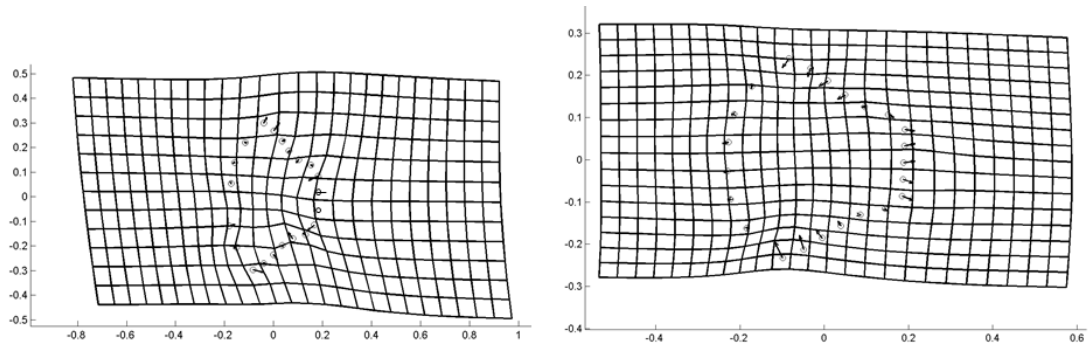
Anexo 18. Prueba de múltiples rangos para los escores de las variables canónica 1 y 2 obtenidos del análisis de morfometría geométrica de la **cabeza de machos** de *Triatoma dimidiata*. (Método: 95.0 porcentaje LSD), en el cual se pueden apreciar que las regiones comparadas son representadas por una “X” en la casilla de grupos homogéneos, las “X” sobre la misma columna indican que no existen diferencias entre los grupos y los grupos pareados en la casilla de contraste marcados con un “*” son aquellos que presentan diferencias significativas.

	Región	Casos	Media	Grupos Homogéneos				Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
CV 1	MN	16	-0.0066040	X				CP - MN		0.0033713	0.0045620
	CP	17	0.00323272	X				CP - PY	*	-0.014539	0.0046397
	PY	15	0.0113063		X			MN - PY	*	-0.0179103	0.0047072
CV 2											
	MN	16	-0.004319	X				CP - MN	*	0.0093750	0.0041620
	PY	15	0.0005207	X				CP - PY	*	0.0044830	0.0042329
	CP	17	0.0050038	x				MN - PY	*	-0.0048919	0.0042944

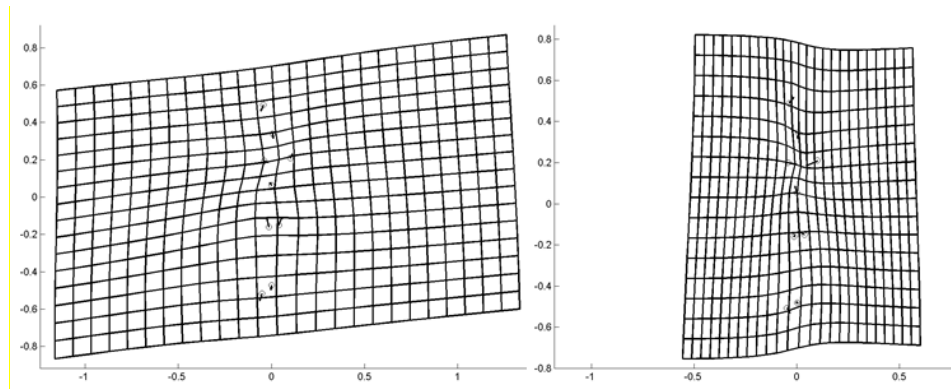
Anexo 19. Procrusters de los landmarks alineados por factor región, obtenidos del pronoto de hembras (Izq.) y machos (Der.) de *Triatoma dimidiata*.



Anexo 20. Gradilla y vectores de deformación del pronoto de hembras (Izq.) y machos (Der.) de *Triatoma dimidiata*. Por factor región fisiográfica.



Anexo 21. Gradilla y vectores de deformación de cabeza hembras (Izq.) y de machos (Der.) de *Triatoma dimidiata*. Por factor región fisiográfica.



Anexo 22. Cálculo de las distancias cuadráticas de Mahalanobis para los contornos de pronoto y estructura cefálica de machos y hembras de *Triatoma dimidiata*.

<i>Pronoto</i>							
<i>Machos</i>				<i>Hembras</i>			
	<i>MN</i>	<i>CP</i>	<i>PY</i>		<i>MN</i>	<i>CP</i>	<i>PY</i>
1	0	12.486038	11.619088	1	0	1.104435	2.258735
2	12.486038	0	8.03934	2	1.104435	0	3.36317
3	11.619088	8.03934	0	3	2.258735	3.36317	0

Estructura cefálica							
Machos				Hembras			
	<i>MN</i>	<i>CP</i>	<i>PY</i>		<i>MN</i>	<i>CP</i>	<i>PY</i>
<i>1</i>	<i>0</i>	<i>0.522231</i>	<i>2.938249</i>	<i>1</i>	<i>0</i>	<i>2.953613</i>	<i>2.352309</i>
<i>2</i>	<i>0.522231</i>	<i>0</i>	<i>2.416018</i>	<i>2</i>	<i>2.953613</i>	<i>0</i>	<i>2.895653</i>
<i>3</i>	<i>2.938249</i>	<i>2.416018</i>	<i>0</i>	<i>3</i>	<i>2.352309</i>	<i>2.895653</i>	<i>0</i>