

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
DIRECCION GENERAL DE INVESTIGACION
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES QUIMICAS Y BIOLOGICAS
LABORATORIO DE ENTOMOLOGIA APLICADA Y PARASITOLOGIA
ESCUELA DE BIOLOGIA**

**“Posible origen de poblaciones reinfestantes de *Triatoma dimidiata*
Latreille (Hemiptera: Reduviidae), en 6 localidades de Jutiapa, por
medio del uso de Morfometría Tradicional y Asimetrías
Morfométricas”.**

Equipo de Investigación
Coordinadora: Ph.D. María Carlota Monroy Escobar
Investigadora: Licda. Marianela Menes Hernández
Auxiliar de Investigación: Licda. Inf. Sayra Beatriz Chanquín

Guatemala, 2005

INDICE

1. Resumen Ejecutivo	1
2. Introducción	2
3. Antecedentes	3
4. Justificación	4
5. Objetivos	5
6. Referente Teórico	
La Enfermedad de Chagas	6
<i>El Tritoma dimidiata</i>	6
Morfometría	8
Asimetría	10
7. Metodología	12
8. Resultados	
8.1 Morfometría Tradicional	
8.1.1 Análisis Libres de Alometría	18
8.1.2 Análisis Libres de Isometría	22
8.2 Asimetría	26
9. Discusión de resultados	37
Morfometría Tradicional	38
Asimetría	39
10. Conclusiones	42
11. Recomendaciones	43
12. Bibliografía	44

1. Resumen Ejecutivo

El objetivo del trabajo fue estudiar la variación métrica intraespecie de poblaciones reinfestantes de *Triatoma dimidiata* encontradas en 6 aldeas Jutiapa, las cuales fueron sometidas a diferentes tipos de aplicación de insecticida y monitoreadas a lo largo de un año. Se utilizaron técnicas morfométricas que permitieran analizar la procedencia de las poblaciones reinfestantes, así como la estabilidad del desarrollo de las alas como un medio de analizar el efecto de la presión del insecticida sobre las poblaciones estudiadas. El trabajo fue realizado con el fin de contribuir con las actuales campañas de control de esta especie.

Para analizar el posible origen de las poblaciones, se utilizaron caracteres métricos de la cabeza de los insectos. Las aldeas se dividieron en tres grupos, en base al tipo de tratamiento con insecticida que se les había aplicado. La técnica utilizada fue la Morfometría Tradicional, aplicándose análisis libres de alometría y libres de isometría. En ninguno de los casos, se logró observar una diferenciación clara de las poblaciones estudiadas. En los análisis libres de alometría, la mejor separación se logró en los grupos de Valle Abajo/Tunillas, con valores bajos de Wilk's Lambda y $p \leq 0.05$, indicando diferencias significativas, sin embargo al observar los gráficos vemos que los grupos que se separan son los externos y que las poblaciones prerociamiento y postrociamiento se traslapan sin presentar mayores diferencias. En los casos restantes los valores de Lambda son altos indicando semejanza entre las poblaciones, con valores de $p \leq 0.05$. Los análisis libres de isometría presentaron resultados semejantes a los de alometría, aunque muestran una mejor separación entre las poblaciones, con valores de Lambda bajos que indican diferencias entre los grupos ($p \leq 0.05$), con excepción de las hembras de los grupos de Carpintero/Copante/Tablón y Calderas, en los cuales $p \geq 0.05$, indicando que no eran estadísticamente significativos.

En cuanto a las Asimetrías Morfométricas utilizadas para el estudio de la estabilidad del desarrollo, se trabajó con las alas (hemelitra) de los insectos. En el estudio, lo que nos interesaba era la presencia de Asimetría Fluctuante, ya que es la que da cuenta de las presiones ambientales (en nuestro caso el sometimiento a insecticida). Los índices no mostraron ningún patrón, indicándonos que probablemente las poblaciones reinfestantes aun no presentan modificaciones o alteraciones por el insecticida y que lo ideal sería coleccionar nuevamente insectos en estas viviendas y ver si en las nuevas generaciones esta presión ya ha tenido alguna influencia. Las poblaciones de hembras de Carpintero/Copante/tablón y Valle Abajo/Tunillas, presentaron una clara tendencia a ser más simétricas que las poblaciones restantes, por lo cual habría que profundizar los estudios de estos grupos con el fin de clarificar su comportamiento.

En el trabajo se concluyó que la fuente más probable de reinfestación son poblaciones residuales o sobrevivientes, pero que parece haber a la vez, un movimiento constante entre las poblaciones, que las hace permanecer homogéneas. En cuanto a las asimetrías, se concluyó que la causa más probable de la presencia de asimetría fluctuante en las poblaciones, sea la adaptación de estas a un ambiente estable (la vivienda).

2. Introducción

Del mes de agosto del 2001 a marzo del 2003, el Laboratorio de Entomología Aplicada y Parasitología –LENAP- llevó a cabo el proyecto de “Reducción de costos de la intervención con insecticidas para el control de *Triatoma dimidiata* en Guatemala”, en 6 localidades del municipio de San José Acatempa, Jutiapa. 12 meses después de la intervención se observó que las 6 localidades se encontraban nuevamente infestadas y colonizadas con índices poco menores que los iniciales, pero significativamente importantes; las reinfestaciones o poblaciones residuales de *T. dimidiata* ya han sido reportadas después del primer rociamiento (Acevedo, 2000; Nakagawa *et al.*, 2003a; Nakagawa *et al.*, 2003b). En Guatemala, dependiendo de la región y la población de *T. dimidiata* han sido reportados diferentes índices de infestación después del rociamiento, y los más altos corresponden a las zonas de alta endemicidad del vector, entre ellas el departamento de Jutiapa. (Nakagawa *et al.*, 2003c).

Guatemala se encuentra actualmente dentro de la Iniciativa de los Países de Centroamérica para la Interrupción de la Transmisión Vectorial y Transfusional de la Enfermedad de Chagas (IPCA), y uno de sus principales objetivos es la disminución de la infestación intradomiciliar por el vector *Triatoma dimidiata*, por lo que los altos valores de infestación encontrados posteriormente al rociamiento ameritan ser estudiados para contribuir con la campaña Nacional de Control de Vectores realizada por el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social –MSPAS-.

Una herramienta fenética relativamente fácil de aplicar y que ha mostrado ser útil para diferenciar poblaciones de una misma especie es la morfometría, la cual ha sido ampliamente utilizada en estudios poblacionales de Triatomíneos y que nos permite por medio de la medición de estructuras corporales externas de los conjuntos de individuos explorar diferencias entre las poblaciones. El objetivo de la presente investigación fue estudiar el posible origen de las poblaciones, ya sea reinfestantes o residuales, utilizando mediciones realizadas en la cabeza y las alas de los individuos, y aplicando a estas diferentes técnicas morfométricas con el fin poder obtener información acerca del origen de las poblaciones, así como de la estabilidad de las poblaciones encontradas en la etapa de postrociamiento. La importancia de la investigación radicaba en evaluar si el control tradicional realizado por el Ministerio de Salud presentaba deficiencias (poblaciones residuales por mala aplicación del insecticida), y si es necesario replantear las estrategias de control actuales con el fin de evitar las reinfestaciones.

3. Antecedentes

Schofield, en el 2000, estimó para Guatemala una Seroprevalencia de 730,000 casos de Chagas y por medio del modelo de Hayes & Schofield (1990) estimó una incidencia anual de 28,387 nuevos casos en ausencia de estrategias de control adecuadas, presentando las cifras más alarmantes de la región, seguido por Honduras con una incidencia de 11,490 casos, México con 10,854 casos, El Salvador con 10,594 casos y los demás países de Centro América con cifras bastante menores. Además, en Guatemala se encuentran 4 millones de personas en riesgo de contraer la enfermedad (OPS, 2000). Es por esto que la Enfermedad de Chagas ha llegado a ser una prioridad de la Salud Pública en muchos países latinoamericanos, tanto por su significación social y epidemiológica, así como su fuerte impacto económico y los beneficios que podrían resultar del control eficaz. A nivel de la Salud Pública, raras veces resulta factible tratar la Enfermedad y es por esto, que el control se fundamenta principalmente en la interrupción de la transmisión mediante la eliminación de las poblaciones de vectores domésticos (WHO, 1991).

En nuestro país, el principal vector de la enfermedad es el *Triatoma dimidiata*, una especie completamente nativa de Centro América y altamente variable en sus patrones cromáticos, estructuras corporales y comportamiento intradomiciliar (Lent & Jurberg, 1985; Schofield, 2000). Esta especie se encuentra ampliamente distribuida en 21 de los 22 departamentos del país, desde el nivel del mar hasta altitudes de 2000 mts y ocupando una amplia variedad de hábitats domésticos, peridomésticos y silvestres (Monroy *et al.*, 1994; Schofield, 2000). Todas estas características hacen que no sea factible la erradicación de esta especie, y por lo tanto, la interrupción de la transmisión debe basarse en el control de las poblaciones domésticas evitando reinfestaciones desde otros hábitats.

El Ministerio de Salud Pública, realiza el control de los vectores por medio del rociamiento tradicional de las viviendas, el cual ha sido efectivo para la eliminación de otros vectores de la enfermedad, como en el caso de *Rhodnius prolixus*, una especie introducida en Centroamérica y estrictamente domiciliar; sin embargo en el caso de *Triatoma dimidiata* se ha reportado reinfestación o población residual después del rociamiento (Nakagawa, 2003a, Nakagawa, 2003b; Acevedo, 2000). La especie es frecuentemente encontrada después de unos meses del rociamiento, pero requiere un año para colonizar de huevo a adulto una vivienda. En el LENAP se cuenta con material biológico de 6 aldeas de Jutiapa, las cuales posteriormente a una búsqueda inicial del vector, fueron intervenidas químicamente y luego monitoreadas a lo largo de un año; este material fue utilizado para estudiar el posible origen de las poblaciones, ya sea reinfestantes o residuales, que fueron encontradas en todas las aldeas.

4. Justificación

Guatemala forma parte de la Iniciativa de los Países de Centroamérica para la Interrupción de la Transmisión Vectorial y Transfuncional de la Enfermedad de Chagas – IPCA-, la cual tiene entre sus objetivos principales la disminución de la infestación intradomiciliar por el vector *Triatoma dimidiata* (OPS, 2002), ya que el 80% de la transmisión total del parásito se da a través de los vectores (OMS, 1991; Guhl, 2000; Schofield, 1994). El Ministerio de Salud realiza el control por medio del método tradicional de rociamiento de las viviendas, sin embargo debido a las características de esta especie y a la amplia gama de ecotopos en los que se le puede encontrar, este no ha sido efectivo para el control y se han reportado poblaciones reinfestantes o residuales del vector posteriormente al rociamiento y al menos 12 meses después colonización en las viviendas. De Agosto de 2001 a Marzo de 2003 el Laboratorio de Entomología Aplicada y Parasitología llevó a cabo un proyecto de Reducción de costos de la intervención con insecticidas para el control de *Triatoma dimidiata* en 6 aldeas de San José Acatempa, durante el desarrollo se realizó una búsqueda inicial del vector, luego se llevó a cabo la fase de intervención y posteriormente se realizaron búsquedas del vector cada tres meses hasta llegar a los doce meses después del rociamiento, los resultados mostraron que al cabo de un año todas las localidades estaban nuevamente infestadas y colonizadas.

En función del cumplimiento de los objetivos de la IPCA, es importante estudiar el origen de las poblaciones encontradas después de la intervención con químicos, ya que esto puede dar respuesta a algunas problemáticas del control, ya sea mostrando la presencia de poblaciones residuales las cuales podrían deberse a la mala aplicación del insecticida y en este caso sería necesario replantear el método tradicional de rociamiento; o la presencia de nuevas poblaciones que están entrando a la vivienda desde otros ecotopos, lo cual significaría que deben plantearse nuevas estrategias más integrales con el fin de evitar la reinfestación. Schofield, en el 2001, sugiere que es necesario realizar estudios que permitan aclarar la procedencia de las poblaciones infestantes post-rociamiento, utilizando citogenética, análisis de ADN y comparaciones morfométricas.

La Morfometría es una herramienta útil y de fácil aplicación para estos estudios, la cual se ha utilizado ampliamente para diferenciar poblaciones de una misma especie. En este caso se aplicó Morfometría Tradicional para ver si existían diferencia entre las poblaciones pre y post rociamiento, y asimetrías morfométricas para estudiar la movilidad y estabilidad de las poblaciones.

5. Objetivos

5.1. General

Determinar el posible origen de las poblaciones reinfestantes de *Triatoma dimidiata* encontradas en 6 aldeas del Municipio de San José Acatempa, Jutiapa.

5.2. Especificos

Analizar por medio de las Asimetrías Morfométricas la estabilidad de 6 poblaciones sometidas a estrés (Rociamiento).

Determinar las posibles causas del origen de las poblaciones reinfestantes encontradas.

6. Referente teórico

La Enfermedad de Chagas

La Enfermedad de Chagas es una enfermedad parasitaria crónica causada por el protozoo flagelado, *Trypanosoma cruzi*. Por su amplia distribución geográfica y las numerosas personas que corren el riesgo de ser infectadas, puede considerarse como una de las más importantes de las enfermedades tropicales tomando en cuenta la importancia que posee por ser una de las más importantes causas de discapacidad (WHO, 1990, 1991; World Bank, 1993).

Datos disponible indican que del total de 360 millones de personas que habitan los países endémicos, al menos 90 millones (25% de la población) se consideran expuestas al riesgo de infección y 16-18 millones están infectados (OMS, 1991). Schofield (2000) estima una prevalencia de alrededor de 2.3 millones de personas infectadas en América Central y México, lo cual puede indicar, según el modelo de Hayes & Schofield (1990) una incidencia que sobrepase las 70,000 nuevas infecciones al año en ausencia de medidas de control. Para Guatemala, la incidencia anual estimada es de 28,378 casos, presentando los datos más alarmantes de la región seguido por Honduras con 11,490 casos (Schofield, 2000). En 1999, se estimó que en el país habían 330,000 personas viviendo en áreas de riesgo de infección (Tabaru, 1999).

El parásito, normal y mayoritariamente, se transmite al ser humano a través de insectos, hematófagos, triatomíneos de la familia Reduviidae (80% de la transmisión total del parásito), aunque también puede transmitirse por transfusiones sanguíneas, congénitamente, oralmente ó por transplante de órganos. (OMS, 1991; Guhl, 2000; Schofield, 1994).

En el caso de la Enfermedad de Chagas, el control ha llegado a ser una prioridad de la Salud Pública en muchos países latinoamericanos, no sólo por su significación social y epidemiológica, sino también debido a su fuerte impacto económico y los beneficios que resultan del control eficaz. A nivel de la Salud Pública, raras veces resulta factible tratar la Enfermedad de Chagas, por lo cual, el control se funda principalmente en la interrupción de la transmisión mediante la eliminación de las poblaciones de vectores domésticos y la disminución del riesgo de transmisión por transfusión de sangre de donantes infectados (WHO, 1991)

Triatoma dimidiata (Latreille)

Pertenece a la clase insecta, Orden Hemiptera, Familia Reduviidae, Subfamilia Triatominae, Género *Triatoma*, especie *Triatoma dimidiata* (Dujardin *et al.*, 2000; Sherlock, 2000; Carcavallo *et al.*, 2000; Zeledón, 1981)

Presenta una amplia distribución desde el Sur de México hasta Colombia, Perú y Venezuela (OMS, 1991; Zeledón, 1981). Su importancia como vector de la enfermedad de Chagas se debe a su dispersión geográfica, abundancia y grado de infección (Galvão *et al.* 1995). En Guatemala es el principal vector de la enfermedad, presenta una amplia distribución y ha sido reportada en 21 de los 22 departamentos del país (Tabaru *et al.*, 1999; Monroy, 1992; OPS, 2000), es una especie completamente nativa de nuestra región (Schofield, 2000).

En el país, la abundancia y diversidad de poblaciones de *Triatoma dimidiata* representa el mayor reto para el control vectorial, donde la presencia de poblaciones selváticas puede representar uno de los mayores obstáculos para el control de la especie (Schofield, 2000). Dependiendo de la región de Guatemala y de la población de *T. dimidiata* han sido reportados diferentes índices de infestación después del rociamiento, en algunos se reporta 5 % otros 12% y algunos 24 % (Nakagawa *et al.* Evaluation Report 2003), los índices de infestación post rociamiento más altos han sido reportados en los Departamento de Jutiapa y Santa Rosa, las zonas de alta endemicidad de *Triatoma dimidiata*.

Dentro de los departamentos de Guatemala, en el año 2000, Jutiapa era el que presentaba mayor infestación por *Triatoma dimidiata* (>34% de casas infestadas) y el segundo con mayor riesgo de infección por *Trypanosoma cruzi* (>70,000 personas en riesgo), después de Quiché (Tabaru *et al.* 1999).

Es una especie altamente variable especialmente en las mediciones relativas de la cabeza y ojos, además es muy variable en sus aspectos cromáticos, proporciones corporales y estructuras genitales (Lent y Jurberg, 1985), al igual que en su comportamiento intradomiciliar (Schofield, 2000).

En la actualidad, las poblaciones silvestres no se consideran candidatos factibles para su eliminación de la región, 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).

Datos disponibles, entre ellos estudios moleculares (Marcilla *et al.*, 2001) y Morfométricos (Bustamante *et al.*, 2004), parecen sugerir que *Triatoma dimidiata* puede representar una serie de subpoblaciones relativamente aisladas, con un pequeño flujo de genes entre ellas. De ser esto verificado, podría alcanzarse altos niveles de control en localidades específicas y realizarse monitoreos -por medio de marcadores genéticos y fenéticos apropiados- del origen de potenciales reinfestaciones. Es por lo anterior, que se considera como una prioridad urgente el estudio de la estructura genética de poblaciones de *Triatoma dimidiata* (Schofield, 2000).

Triatoma dimidiata está considerada como uno de los vectores más importantes en Centro América y partes de México. Es reconocida como una de las tres principales especies vectoras de *Trypanosoma cruzi* (Dujardin *et al.* 2000). En Guatemala, El

Salvador, Nicaragua y Costa Rica es el principal vector de la Enfermedad de Chagas y en Honduras el segundo (Monroy, 1992; OPS, 2000). Sin embargo, se considera también importante en las regiones costeras húmedas de Colombia, Ecuador y el norte de Perú.

Triatoma dimidiata Latreille es considerado entre los vectores más importantes ya que presenta poblaciones domésticas que tienden a ser relativamente pequeñas (Monroy *et al.*, 1994), son muy susceptibles a la infección con *T. cruzi* (Según Monroy *et al.* 2003, el 19.1% de los insectos se encuentra infectado en Guatemala) y su habilidad para defecar durante o inmediatamente después de una comida sanguínea, es de mucha importancia en la transmisión del parásito ya que es en general de tres a cuatro veces mayor que en otras especies (Zeledón 1981). Esta especie es capaz de colonizar viviendas humanas, especialmente aquellas de adobe o bajareque, en las cuales se esconden en las grietas de las paredes. Se cree que el transporte pasivo de leña del campo a las viviendas representa un medio importante para la entrada de la chinche al ambiente humano; otro medio es la atracción por la luz artificial, ya que esta especie tiene gran capacidad de vuelo. (Monroy 1992, Schofield 1994)

En la actualidad el control de la enfermedad de Chagas se ha visto afectado por la presencia de poblaciones reinfestantes de *T. dimidiata*, después de seis meses o un año después del rociamiento (Monroy 2003). Otros estudios realizados en los departamentos de Jutiapa y Zacapa, así como en la península de Yucatán en México, muestran la misma tendencia a la reinfestación luego del tratamiento con insecticidas residuales (Nakagawa 2003, Nakagawa 2003).

En el departamento de Jutiapa, con los índices más altos de infestación, se evaluó el impacto de las operaciones de control en contra de las poblaciones de *Triatoma dimidiata*. En las casas evaluadas en la etapa basal se encontró un 18.3% de infestación y en 12.1% de las aldeas más de la mitad de las viviendas se encontraron infestadas. En los resultados de esta ronda de fumigaciones, la media estadística de las casas infestadas en cada aldea encuestada dos veces, bajó de 36.0% a 8.9%. Después del rociamiento, el porcentaje de casas infestadas en cada aldea que fue fumigada nunca fue mayor del 50%. La Reinfestación y la colonización se observó en el interior de las viviendas, esto probablemente indica que los insectos sobrevivieron al rociamiento. (Nakagawa 2003).

Morfometría

La morfometría es la descripción cuantitativa, análisis e interpretación de la forma y la variación de esta en biología (Rohlf, 1990).

Tradicionalmente las variables usadas en los análisis morfométricos son las coordenadas de los puntos o distancias entre puntos. Una meta de la selección de variables en la Morfometría, es reducir el volumen de datos tanto como sea posible, pero sin perder la habilidad de representar la forma de las estructuras adecuadamente (Rohlf, 1990).

Podemos encontrar dos tipos de Morfometría, la Tradicional y la Geométrica. La Morfometría Geométrica es una técnica que preserva la información de la geometría del organismo mientras que la Morfometría Tradicional es una aplicación de métodos estadísticos multivariados a colecciones arbitrarias de variables de tamaño o conformación. (Jaramillo & Dujardin, 2002). Para el presente estudio se va a aplicar Morfometría Tradicional o Multivariada (Rohlf & Marcus, 1993).

Morfometría Tradicional

En Morfometría Tradicional se definen las longitudes o mediciones con el objetivo de registrar aspectos biológicos significativos del organismo. El objetivo de los análisis es estudiar por separado la conformación y el tamaño, relacionando estos componentes morfométricos con el entorno interno y externo de las poblaciones, suponiendo que ambos son modificados por razones biológicas diferentes (Jaramillo & Dujardin, 2002).

La Morfometría Tradicional parte de medir distancias entre puntos de referencia. A partir de matrices de varianza-covarianza construidas con distancias convertidas a logaritmos naturales, utiliza los análisis multivariados para hacer combinaciones lineales de todas las variables originales en unas pocas no relacionadas entre sí, cada una de las cuales da cuenta de una porción de la variación original. Los análisis convencionales se dividen en: los utilizados para el análisis de muestras únicas, sin una asignación “a priori” de los individuos en grupos previamente definidos (Análisis de Componentes Principales, ACP) y los utilizados para el análisis de dos o más muestras (Análisis de Componentes Principales Comunes, ACPC, y Análisis de la Función Discriminante, AFD). (Jaramillo & Dujardin, 2002)

Para cumplir con el objetivo de los análisis de Morfometría Tradicional existen ciertas interpretaciones matemáticas de los conceptos de tamaño y crecimiento, en base a las cuales se puede llegar a separar cuantitativamente, el tamaño y la conformación. Esta separación ha sido importante en estudios de variación cuantitativa intraespecífica, ya que en teoría permite reducir la influencia que la variación por crecimiento tiene sobre la conformación. En este contexto, Dujardin (2000) describe dos tipos de crecimiento: alométrico, comportamiento común en la naturaleza (Cualquier cambio de conformación con el tamaño, es decir, cambios de forma en función del tamaño); e isométrico, el cual es una excepción en la naturaleza (un caso particular de la alometría que se presenta cuando la velocidad de crecimiento es la misma que la del crecimiento global). (Klingenberg 1996, Jaramillo & Dujardin, 2002; Darroch & Mossiman, (1985)).

Debido a que en morfometría se utilizan métodos matemáticos para definir fenómenos biológicos, se asignan propiedades biológicas a construcciones matemáticas. Pero los objetos matemáticos producidos son sólo aproximaciones de los principales conceptos biológicos que se consideran en morfometría. Tales conceptos son: El cambio de tamaño isométrico, el cambio de tamaño alométrico, y la variación métrica libre de cambios isométricos (la conformación, “*shape*” en inglés) o libre de cambios alométricos

(Dujardin 2000, Jaramillo & Dujardin 2002). Una vez se han identificado los vectores de crecimiento, CPC1 y TAISO, los cuales dan cuenta del cambio de tamaño se pueden definir matemáticamente variables de “forma” (“*allometry-free variables*”, en inglés) y “conformación” (“*shape*”, o “*isometry-free variables*” en inglés) (Jaramillo & Dujardin, 2002). A partir de los vectores de crecimiento, podemos realizar los análisis de Morfometría Tradicional, los cuales corresponden a análisis libres de tamaño alométrico y análisis libres de tamaño isométrico, los cuales persiguen reducir los efectos ambientales y enfatizar el estudio del trasfondo genético responsable de la variación métrica.

Morfometría Aplicada a Triatomos

Hasta la fecha, la morfometría se ha utilizado como un marcador fenético en los triatomos, aplicándose a diferentes campos tales como filogenética, diferenciación de ecotopos, diferenciación geográfica, etc. (Dujardin *et al.* 2000b).

Ha sido ampliamente utilizada para estudios de variación intraespecífica, sin embargo no ha sido utilizada, únicamente sugerida, como herramienta para estudiar los fenómenos de reinfestación.

Algunos de los estudios aplicados para estudiar la variación intraespecífica de los Triatomos, en los cuales se han logrado diferenciar poblaciones pueden verse en Casini *et al.* 1995; Schofield *et al.*, 1996; Dujardin *et al.*, 1997; Bustamante, 2001; Monroy *et al.*, 2003b; Bustamante *et al.*, 2004; Calderón *et al.*, 2005.

Asimetría

Los artrópodos y organismos superiores en general presentan una simetría bilateral, y es de observación común que generalmente estas estructuras bilaterales son de tamaño y de conformación idénticas. Cada lado está bajo el control de los mismos genes, las células de la derecha y las de la izquierda tienen el mismo genoma, de tal modo que la igualdad bilateral debería ser perfecta. De no ser así, las causas deberían buscarse probablemente en factores ambientales, no genéticos. (Dujardin, 2000)

Esta hipótesis es muy general, y las causas de asimetría no son obligatoriamente ambientales. Pero bajo ciertas condiciones ligadas al tipo particular de asimetría examinada, esta hipótesis da una posibilidad cómoda de estudiar el origen ambiental de una variación fenotípica. La desigualdad entre estructuras bilaterales es un indicador sensible, aunque débil, de la estabilidad de desarrollo. (Dujardin, 2000)

La obtención de una simetría sin defectos en el organismo maduro resulta de un desarrollo perfectamente canalizado desde los primeros estadios de vida. En la hipótesis de una ausencia de causas genéticas, el grado de asimetría nos informa sobre los

problemas surgidos que pudieran haber perturbado el desarrollo perfecto del organismo. La información es doble, por una parte, la asimetría es el testigo de fenómeno de presiones (stress) ambientales actuando sobre la estabilidad del desarrollo, por otra parte también informa sobre la resistencia del organismo a las presiones ambientales, es decir sobre ciertos aspectos genéticos (Dujardin, 2000).

Se han descrito dos tipos de asimetría, las cuales probablemente tienen causas diferentes: la simetría direccional (cuando un lado del cuerpo, siempre el mismo lado, tiene un tamaño promedio significativamente diferente del tamaño promedio del otro lado; Se supone que tiene causas genéticas, no ambientales.) y la asimetría no direccional, la cual se subdivide en asimetría fluctuante (tiene típicamente causas ambientales, no genéticas; el grado de esta sería la señal de problemas de desarrollo) y antisimetría (resulta cuando los dos lados del cuerpo difieren siempre por un mismo valor, pero el lado más grande no siempre es el mismo), (Dujardin, 2000; Moller & Swaddle, 1997; Palmer & Strobeck, 1986).

Estudios de Asimetría Aplicados a Triatomíneos

La simetría es una característica importante para los órganos relacionados con la Locomoción, como las alas de los insectos. Se ha indicado que la simetría alar es de mucha importancia en la maniobrabilidad del vuelo (Moller y Swaddle, 1997).

En los Triatominos, el estudio de las asimetrías se ha aplicado para examinar la estabilidad de las poblaciones y su capacidad de movimientos, los resultados de estos estudios pueden verse en Dujardin, 2000; Jaramillo, 2000; Díaz, 2003.

7. Metodología

Las variables que se utilizaron fueron mediciones realizadas en la cabeza y las alas de especímenes de *Triatoma dimidiata*. La selección de los individuos se realizó con la ayuda de una base de datos donde se identifica la procedencia, hábito y fecha de colecta de los especímenes.

Se analizaron poblaciones de *Triatoma dimidiata* provenientes de 6 localidades del municipio de San José Acatempa, Jutiapa. Se trabajó con especímenes de la colección de referencia del Laboratorio de Entomología Aplicada y Parasitología –LENAP, Escuela de Biología, USAC- colectados durante la realización del proyecto “Reducción de costos de la intervención con insecticidas para el control de *Triatoma dimidiata* en Guatemala”. Cada individuo tenía un código que permitía identificarlo y conocer su procedencia.

La variación se estudió en función de las mediciones realizadas en las cabezas de estos insectos, ya que son estructuras duras que se conservan en buen estado, además, en estudios morfométricos realizados tanto en el LENAP como a nivel internacional se ha encontrado que son un buen parámetro de diferenciación de poblaciones de chinches. Las asimetrías se analizaron en función de las mediciones realizadas en las alas, ya que estas son estructuras bilaterales utilizadas por estos insectos para su locomoción, por lo cual pueden dar información sobre la capacidad de movimiento de las poblaciones y los posibles cambios producidos por algún tipo de estrés (en este caso el rociamiento con químicos).

Las poblaciones estudiadas fueron sometidas a una intervención química y sujetas a revisiones trimestrales durante un año. Las localidades y los tratamientos que se realizaron en estas, se muestran en la siguiente Tabla:

Localidad	Tratamiento
Tunillas	Rociamiento intra y peridomiciliar del 100% de las viviendas, sin importar si estaban previamente o no infestadas con el vector
Valle Abajo	Rociamiento intra y peridomiciliar del 100% de las viviendas, sin importar si estaban previamente o no infestadas con el vector
Copante	Rociamiento intra y peridomiciliar de las viviendas encontradas infestadas en la búsqueda inicial.
Carpintero	Rociamiento intra y peridomiciliar de las viviendas encontradas infestadas en la búsqueda inicial.
Tablón	Rociamiento intra y peridomiciliar de las viviendas encontradas infestadas en la búsqueda inicial.
Calderas	Rociamiento únicamente intradomiciliar de las viviendas encontradas infestadas en la búsqueda inicial.

Selección y tamaño de muestra

De acuerdo con los requerimientos estadísticos de los análisis realizados en Morfometría, los grupos a utilizarse debían tener el doble de individuos que de variables medidas en el Análisis Discriminante, para el caso de la morfometría tradicional. En estudios realizados en el LENAP, se han utilizado 5 variables para este análisis, obteniendo buenos resultados por lo que el número mínimo de individuos que se requería era de 10 adultos de cada sexo. Se utilizaron adultos ya que los análisis se hacen en base a un mismo grupo etario y se trabajaron por separado machos y hembras, debido a que presentan dimorfismo sexual.

Todas las localidades estudiadas se encuentran cercanas y comparten las mismas características ambientales, por lo cual, ya que las localidades fueron sometidas a diferentes tipos de rociamiento, y que se presentaron muchas dificultades con la selección del material, el cual no era suficiente, estas se agruparon según el tratamiento al que fueron sometidas, en los casos en los que no se roció el 100% de las viviendas se realizó una búsqueda de todo el material colectado y una revisión de las boletas utilizadas para las evaluaciones trimestrales (las casas revisadas en cada ocasión eran seleccionadas al azar, por lo que no todo el material provenía de las viviendas tratadas) con el fin de separar el material reinfestante de las viviendas tratadas y utilizar el demás material como grupo externo y posible fuente de reinfestación. Los grupos quedaron conformados de la siguiente manera:

- a. Valle Abajo/Tunillas
- b. Carpintero/Copante/tablón
- c. Calderas

La comparación se realizó analizando las poblaciones encontradas previamente a la intervención con químicos con las poblaciones encontradas a lo largo de un año después de la intervención. En la morfometría tradicional se incluyó en todos los casos un grupo externo, el cual estuvo formado por individuos colectados previo al rociamiento de la aldea La Brea del Municipio de Quezada en Jutiapa.

Las poblaciones estudiadas se agruparon de la siguiente forma:

1. Prerociamiento (Pre): insectos colectados en la búsqueda inicial realizada previo a la aplicación del insecticida (Grupo a, b y c).
2. Reinfestantes (Rein): insectos colectados posteriormente a la aplicación del insecticida, en viviendas que fueron rociadas por ser positivas en la búsqueda inicial (Grupos b y c)
3. Postrociamiento (Post): individuos colectados en las revisiones realizadas en los meses posteriores al rociamiento en el caso del grupo a; y en los grupos b y c, correspondieron a los insectos colectados en viviendas que no habían sido tratadas con insecticida por ser negativas en la búsqueda inicial.

Preparación del material

A cada insecto se le removió la cabeza con ayuda de pinzas de disección, y luego se montaron en alfileres fijándolas con esmalte de uñas utilizando triángulos de acetato para colocar las cabezas. En un triángulo de papel bond se colocó la identificación de cada muestra.

En el caso de las alas, se removieron las alas mesotorácicas (Hemelitra) de cada insecto, con la ayuda de tijeras de disección, se montaron entre porta y cubreobjetos utilizando como medio la solución de Hoyer (Borrór *et al.* 1989). Cada lámina contó con su respectiva identificación.

Datos morfométricos

Para la colecta de los datos morfométricos el procedimiento fue realizado por una misma persona para evitar sesgos. Las imágenes de las cabezas y alas fueron captadas utilizando un sistema de video (Cámara Olympus OLY-750, conectada a un estereoscopio Olympus SZ-ST5). Las imágenes captadas por el video fueron transmitidas a una computadora y captadas por medio del software TVR como archivos *.bmp.

Por medio del programa tpsDig® (Rohlf 2001) para analizar imágenes, se obtuvieron las coordenadas de 14 puntos de la cabeza de cada individuo (Figura 1) y las coordenadas de 9 puntos de las alas (Figura 2), a partir de los cuales se obtuvieron las mediciones morfométricas. En el caso de las alas, en las poblaciones en las que el tamaño de muestra fue menor de 20 individuos, se realizó tres veces el procedimiento de ingreso de imágenes y toma de puntos, mientras que las poblaciones que tenían un número igual a 20 el procedimiento se repitió solamente dos veces, según los requerimientos del análisis (Dujardin, 2000).

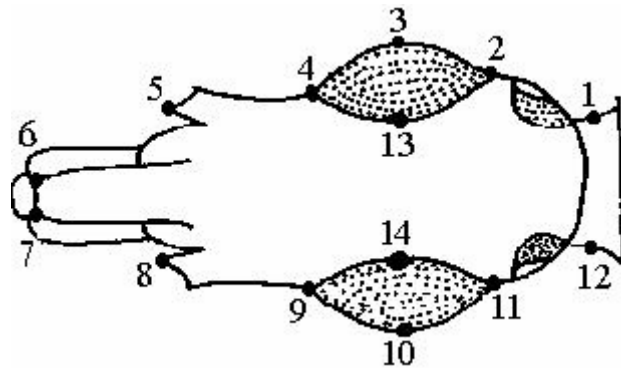


Figura 1. Esquema de la cabeza de *Triatoma dimidiata* con los 14 puntos a partir de los cuales se calcularon las distancias.

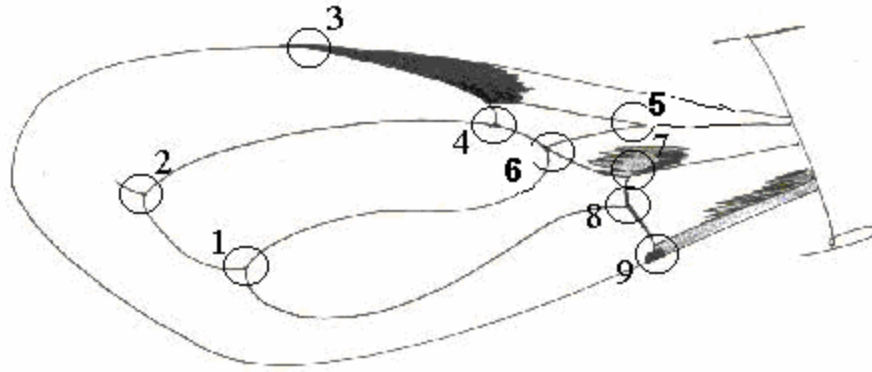


Figura 2. Esquema del ala de *Triatoma dimidiata* con los 9 puntos tomados.

Una vez tomados los puntos, se obtuvieron en una hoja de cálculo de Excel, las coordenadas de estos y por medio del programa TET_05 (Jean Pierre Dujardin), se obtuvieron, utilizando el teorema de Pitágoras, todas las distancias posibles entre ellos convertidas en logaritmos directamente para poder ser analizadas. (91 en las cabezas y 36 en las alas). En el caso de las alas, la toma del punto número 5 no logró replicarse, por lo cual se excluyeron todas las distancias posibles con esta medición, analizándose únicamente 28 distancias.

Morfometría Tradicional

Los análisis de Morfometría Tradicional se realizaron en base a las mediciones realizadas en las cabezas de los individuos. Se utilizaron dos aproximaciones para analizar los datos: análisis libre de tamaño isométrico y análisis libre de tamaño alométrico (Dujardin, 2000; Jaramillo & Dujardin, 2002).

En el análisis libre de alometría (Dujardin 2000) el vector de crecimiento fue el primer componente principal común (CPC1) derivado de un análisis de componentes principales comunes (ACPC). El resto de componentes se consideraron como representaciones de aspectos significativos de la forma ó *variables libres de tamaño alométrico*, y se utilizaron como datos en el Análisis Discriminante (AD). Se seleccionaron 5 variables que representaran la configuración general de la cabeza y que correspondieron a largo total, distancia post ocular, largo del tubérculo antenífero, distancia externa entre los ojos y distancia interna entre los ojos. Para que este método pudiera ser aplicado a un conjunto de variables, en primer lugar debía probarse la compatibilidad de los datos con el modelo de un eje alométrico común, es decir, el modelo de los componentes principales comunes (Dujardin & Le Pont 2000). Esta prueba se realizó utilizando el software NTSys pc 2.02j (Applied BioStatistics Inc. 1998), en los casos en que el juego de variables no siguió el modelo, se probaron combinaciones de 4 variables con el fin de poder obtener el modelo de crecimiento común. Una vez seleccionado el set de variables que seguía el modelo, se realizó el análisis de componentes principales comunes.

En el Análisis libre de tamaño isométrico (Dujardin, 2000) se seleccionaron 19 distancias para ser analizadas (Ver en Figura 1 distancias entre los puntos: 1-2, 1-5, 1-6, 1-12, 2-3, 2-4, 2-11, 3-4, 3-10, 3-13, 4-5, 4-6, 4-9, 5-6, 5-8, 6-7, 6-13, 7-12, 13-14). Ya que este análisis no necesita una asignación “a priori” de los grupos, daba más libertad para utilizar un número mayor de variables. La selección de las variables a utilizarse se realizó tratando de representar lo mejor posible el ancho y largo de la estructura. Las *variables de conformación o variables libres de tamaño isométrico* se obtuvieron al restarle a cada una de las distancias transformadas en logaritmos, el valor de la variable de tamaño global, denominada *tamaño isométrico* (promedio de las mediciones de cada individuo). Las variables de conformación fueron sometidas a un análisis de componentes principales (ACP) y después de realizar este, los primeros 10 componentes principales que contribuían con arriba del 90% de la variación fueron utilizados como *componentes de conformación o variables libres de isometría* y sometidos a un análisis discriminante para examinar la diferenciación de los grupos.

Todos los análisis discriminante realizados se acompañaron de un test de significancia que indica que tan separadas están las medias (centroides) de los grupos después de la discriminación. El estadístico *Wilks' Lambda* se utilizó para probar la hipótesis que las medias de los grupos (centroides) son iguales. Lambda tiene valores entre 0 y 1, valores pequeños indican fuertes diferencias entre grupos, valores cercanos a 1, no hay diferencias (SPSS ® Base 10.0 Applications Guide 1999). Los análisis también estuvieron acompañados del estadístico *Kappa (K)*, el cual proporciona una medición del acuerdo entre la clasificación original de los insectos en grupos, y la reclasificación producida por el AD, es decir que cuando un individuo o caso es asignado en categorías por distintos medios, el investigador quiere saber si las asignaciones están completamente en acuerdo entre sí, o si las asignaciones no muestran acuerdo y parecen ser al azar. (SPSS 1999, Siegel & Castellan 1988). Kappa tiene valores entre 0 y 1. Valores entre 0 y 0.20 indican una concordancia leve (cerca al azar); entre 0.21 y 0.40, regular; entre 0.41 y 0.60, moderada; entre 0.61 y 0.80, sustancial y mayor de 0.80, casi perfecta (Landis y Koch 1977, citado en Pinto Soares et al 1999).

Asimetrías

Se aplicó el análisis de asimetrías propuesto por Palmer & Strobeck (1986), que corresponde a un análisis de varianza (ANOVA) con el cual se examina la contribución a la variación total de las diferencias entre individuos, entre lados ($p \leq 0.05$, asimetría direccional), entre lados según los individuos ($p \leq 0.05$, asimetría no direccional) y entre mediciones (error de medición).

Con este análisis, cada contribución se consideró separadamente y tuvo su nivel de significancia estadística. El error de medición se evaluó sobre la totalidad de los individuos estudiados (Moller & Swaddle, 1997).

Por medio del ANOVA, se identificó la presencia de caracteres con Asimetría No Direccional (AND), en cada análisis se seleccionaron los caracteres con AND que coincidieran en las poblaciones estudiadas para cada grupo. Por medio de la prueba de Kolmogorov-Smirnov se examinó la distribución de las diferencias izquierda-derecha, tomando en cuenta el signo de las mismas, para determinar su compatibilidad con la distribución normal ($p \geq 0.05$). En los casos en que fue así, se atribuyeron las diferencias a Asimetría fluctuante (AF) (Jaramillo, 2000), y en los casos contrarios ($p \leq 0.05$) se confirmó la presencia de Antisimetría.

A las variables que presentaron AF se les calcularon los índices de AF por medio de la resta de los cuadrados medios de la interacción lado individuo menos el cuadrado medio del error de medición, ambos obtenidos en el ANOVA. El valor obtenido se dividió entre el número de mediciones realizadas (2 ó 3 según el tamaño de muestra) y los valores se multiplicaron por 1000 y posteriormente se graficaron en histogramas.

8. Resultados

8.1 Morfometría Tradicional

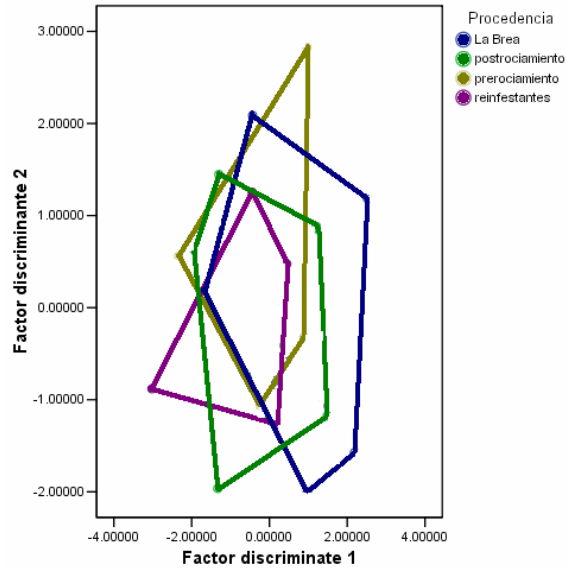
8.1.1 Análisis Libres de Alometría

Los Análisis se realizaron con las cabezas de hembras y machos de *Triatoma dimidiata*. Este análisis se utiliza para estudios de variación intraespecífica. No pudieron ser aplicados a las hembras de los grupos correspondientes a Calderas y Carpintero/Copante/Tablón, ya que no alcanzaban el tamaño de muestra necesario (El doble idealmente o al menos un tamaño mayor que el número de variables utilizadas). En todos los casos se utilizó un grupo externo, correspondiente a una población del mismo departamento de Jutiapa (La Brea, Quezada), y en el caso de Valle Abajo/Tunillas, ya que solo se estaban analizando dos poblaciones, se incluyó otro grupo externo colectado en Cahabón, Alta Verapaz.

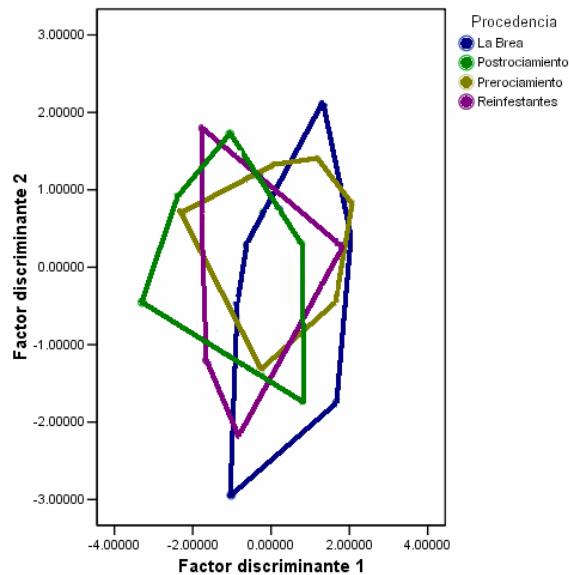
Para probar el modelo de componentes principales comunes, las variables utilizadas se eligieron con el fin de representar el largo y ancho de la cabeza de los insectos. El juego de variables seleccionado fue el de las distancias entre los puntos 1-6, 1-2, 4-5, 3-10 y 13-14 (ver figura 1). En el caso de los machos del grupo de Valle Abajo/Tunillas, el juego de variables no siguió el modelo de componentes principales comunes, por lo cual se probó una combinación de 4 variables seleccionadas a partir del set original, utilizándose las distancias 1-2, 4-5, 3-10 y 13-14.

Los resultados se muestran en las gráficas 1, 2, 3 y 4, y la tabla 1. Las gráficas están construídas en base a los factores discriminantes 1 y 2.

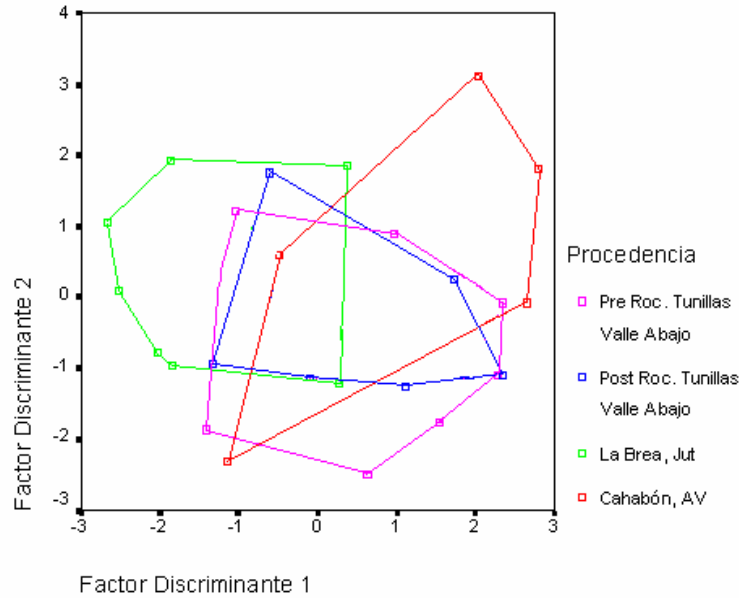
En ninguno de los grupos analizados, se logró observar una diferenciación entre las poblaciones del prerociamiento y las del postrociamiento (tanto reinfestantes como las colectadas en viviendas no rociadas), mostrando que posiblemente lo que estamos observando, es una reinfestación por poblaciones residuales.



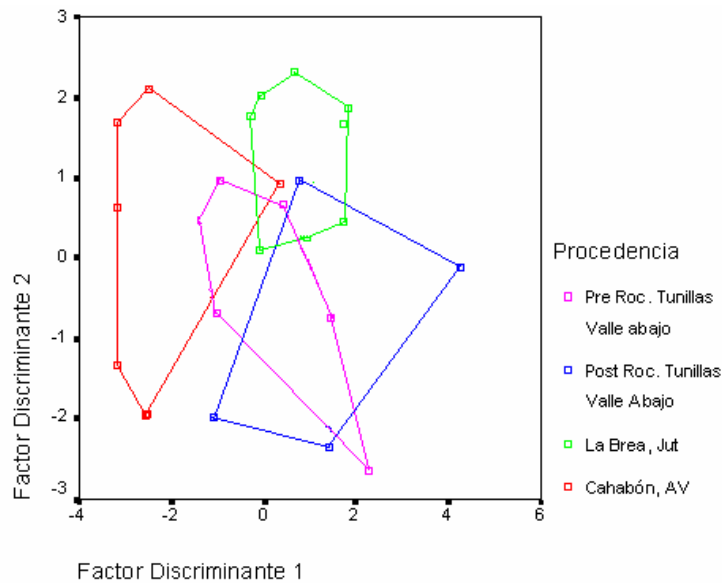
Gráfica # 1. Análisis libre de alometría en poblaciones de machos de *T. dimidiata* procedentes de la aldea de Calderas, en la cual se roció intradomiciliariamente las viviendas encontradas positivas en el prerociamiento. La gráfica está realizada en base a un Análisis Discriminante sobre los componentes principales 2, 3 y 4, obtenidos en ACPC sobre las variables seleccionadas. Los valores de contribución de los factores discriminantes, así como los valores de los estadísticos se muestran en la Tabla # 1.



Gráfica # 2. Análisis libre de alometría en poblaciones de machos de *T. dimidiata* procedentes de las aldeas Carpintero, Copante y Tablón, en las cuales se roció el intra y peridomicilio de las viviendas encontradas positivas en el prerociamiento. La gráfica está realizada en base a un Análisis Discriminante sobre los componentes principales 2, 3 y 4, obtenidos en ACPC sobre las variables seleccionadas. Los valores de contribución de los factores discriminantes, así como los valores de los estadísticos se muestran en la Tabla # 1.



Gráfica # 3. Análisis libre de alometría en poblaciones de machos de *T. dimidiata* procedentes de las aldeas Valle Abajo y Tunillas, en las cuales se roció el intra y peridomicilio del 100% de las viviendas, sin importar si estas se encontraban positivas o no, en el prerociamiento. La gráfica está realizada en base a un Análisis Discriminante sobre los componentes principales 2, 3 y 4, obtenidos en ACPC sobre las variables seleccionadas. Los valores de contribución de los factores discriminantes, así como los valores de los estadísticos se muestran en la Tabla # 1.



Gráfica # 4. Análisis libre de alometría en poblaciones de hembras de *T. dimidiata* procedentes de las aldeas Valle Abajo y Tunillas, en las cuales se roció el intra y peridomicilio del 100% de las viviendas, sin importar si estas se encontraban positivas o no, en el prerociamiento. La gráfica está realizada en base a un Análisis Discriminante sobre los componentes principales 2, 3 y 4, obtenidos en ACPC sobre las variables seleccionadas. Los valores de contribución de los factores discriminantes, así como los valores de los estadísticos se muestran en la Tabla # 1.

Tabla # 1.

Análisis Libres de Alometría. Valores de los estadísticos de los Análisis Discriminantes aplicados a poblaciones de *T. dimidiata* Machos ♂ y Hembras ♀.

	Fd1	Fd2	Wilk's	p	%Recla.	K	p	Acuerdo
Calderas ♂	77.7	22.3	0.661	0.033	45.8	0.282	0.000	Regular
Car/Cop/Tab ♂	81.1	13.00	0.677	0.022	43.9	0.247	0.001	Regular
Va7Tu ♂	78.5	18.8	0.451	0.000	55.1	0.393	0.000	Regular
Va/Tu ♀	77.7	22.1	0.219	0.000	78.2	0.707	0.000	Sustancial

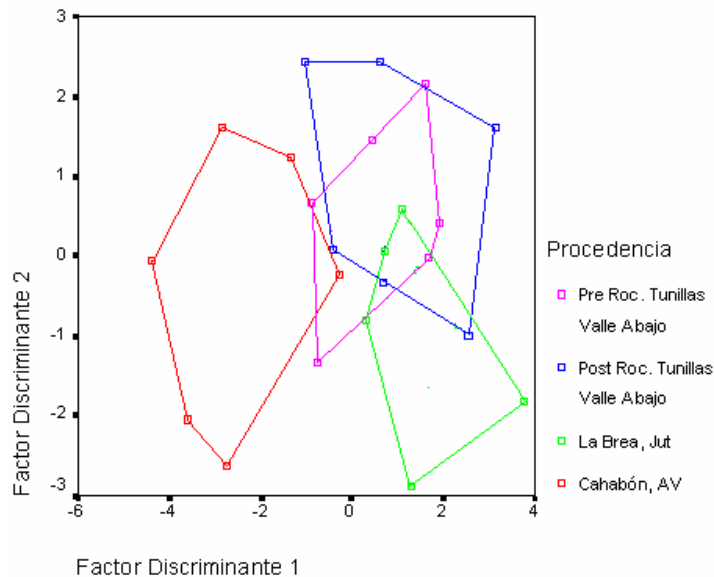
La Tabla muestra los valores de Wilk's Lambda, el cual proporciona una prueba para la hipótesis de que las medias de los grupos son iguales, tiene valores entre 0 y 1, donde los valores pequeños indican fuertes diferencias y los cercanos a 1 que no hay diferencia. En este caso observamos que los valores correspondientes a Valle Abajo/Tunillas son los más bajos y con una significancia de $0.00 \leq 0.05$, indicando que existen una discriminación significativa de al menos uno de los grupos, lo cual se puede observar en las gráficas, ya que el grupo externo de Cahabón tiende a separarse del resto de poblaciones. En los casos de Claderas y Carpintero/Copante/Tablón, los valores de lambda son altos, indicando que las diferencias entre los grupos son menores. También se muestran los valores de Kappa, el cual proporciona una medición del acuerdo entre la clasificación original de los especímenes en grupos y la reclasificación producida por el Análisis Discriminante, tiene valores entre 0 y 1 (Ver en Materiales y Métodos). En este únicamente en el grupo de hembras de Valle Abajo/Tunillas se obtuvo un acuerdo sustancial, presentando el resto de grupos valores de acuerdo bajos.

8.1.2. Análisis Libres de Isometría

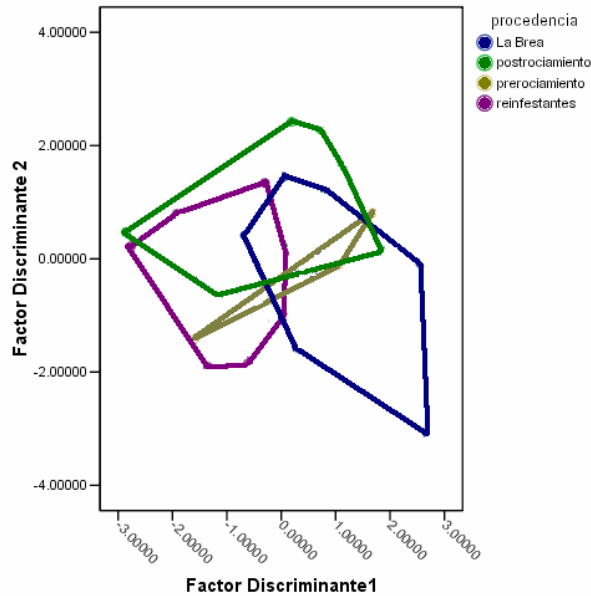
El análisis se trabajó con las cabezas de los insectos hembras y machos por separado, debido al dimorfismo sexual que presentan. Para realizar los análisis se incluyeron nuevamente los grupos externos descritos en los análisis libres de alometría.

Se seleccionaron 19 de las 91 distancias calculadas (Ver en Metodología). Los resultados se muestran en las gráficas 5-10 y la tabla 2. En este caso los análisis si pudieron aplicarse a todos los grupos, ya que por no requerir una asignación “a priori” de los grupos, es posible utilizar poblaciones con tamaños de muestra pequeños.

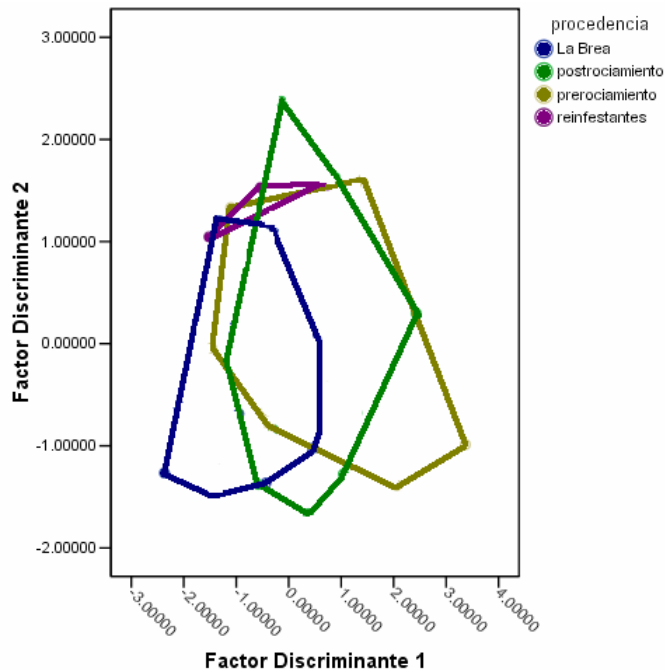
La tabla 2 muestra los valores de los estadísticos Wilk`s Lambda y Kappa, así como la significancia de estos. Muestra también el porcentaje de información de los primeros 10 componentes principales producidos en un análisis de componentes principales, los cuales se utilizaron para realizar los análisis discriminantes; el porcentaje de contribución de los dos primeros factores discriminantes sobre los cuales se elaboraron las gráficas y el porcentaje de reclasificación producido en el análisis.



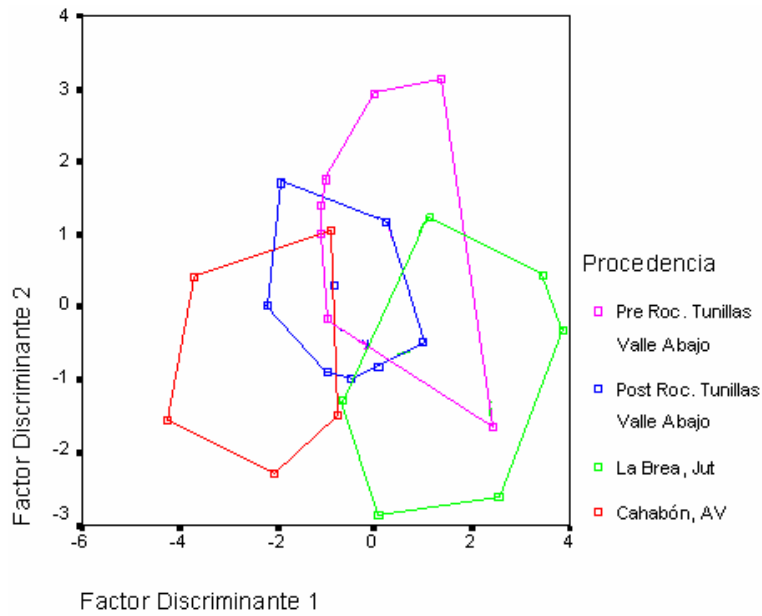
Gráfica # 5. Diferencias morfométricas en poblaciones de hembras de *Triatoma dimidiata*, de las aldeas de Valle Abajo/Tunillas, en base a un Análisis Discriminante sobre los primeros 10 componentes principales producidos en un Análisis de Componentes Principales sobre 19 distancias medidas sobre la cabeza de los insectos. Los valores de contribución de los componentes principales y los factores discriminantes se muestran en la Tabla # 2.



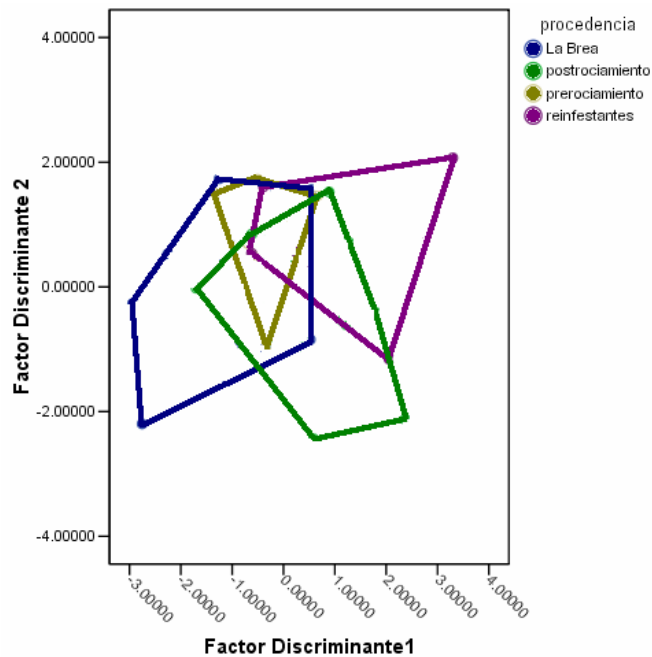
Gráfica # 6. Diferencias morfométricas en poblaciones de hembras de *Triatoma dimidiata*, de la aldea Calderas, en base a un Análisis Discriminante sobre los primeros 10 componentes principales producidos en un Análisis de Componentes Principales sobre 19 distancias medidas sobre la cabeza de los insectos. Los valores de contribución de los componentes principales y los factores discriminantes se muestran en la Tabla # 2.



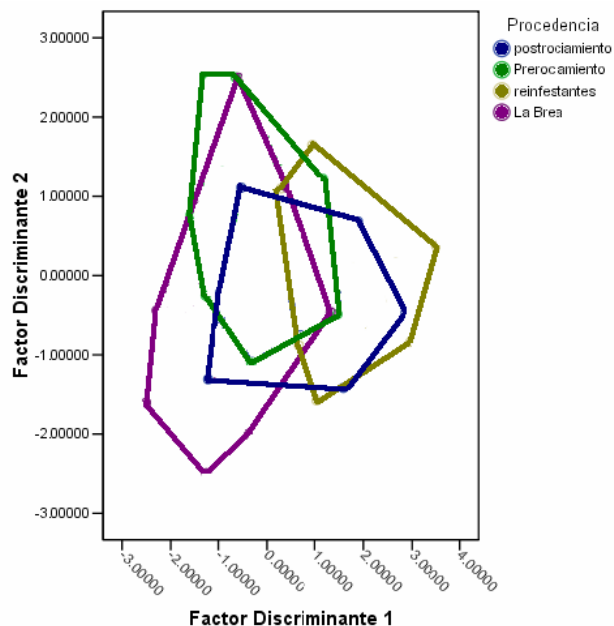
Gráfica # 7. Diferencias morfométricas en poblaciones de hembras de *Triatoma dimidiata*, de las aldeas de Carpintero/Copante/Tablón, en base a un Análisis Discriminante sobre los primeros 10 componentes principales producidos en un Análisis de Componentes Principales sobre 19 distancias medidas sobre la cabeza de los insectos. Los valores de contribución de los componentes principales y los factores discriminantes se muestran en la Tabla # 2.



Gráfica # 8. Diferencias morfométricas en poblaciones de machos de *Triatoma dimidiata*, de las aldeas Valle Abajo/Tunillas, en base a un Análisis Discriminante sobre los primeros 10 componentes principales producidos en un Análisis de Componentes Principales sobre 19 distancias medidas sobre la cabeza de los insectos. Los valores de contribución de los componentes principales y los factores discriminantes se muestran en la Tabla # 2.



Gráfica # 9. Diferencias morfométricas en poblaciones de machos de *Triatoma dimidiata*, de la aldea de Calderas, en base a un Análisis Discriminante sobre los primeros 10 componentes principales producidos en un Análisis de Componentes Principales sobre 19 distancias medidas sobre la cabeza de los insectos. Los valores de contribución de los componentes principales y los factores discriminantes se muestran en la Tabla # 2.



Gráfica # 10. Diferencias morfométricas en poblaciones de machos de *Triatoma dimidiata*, de las aldeas de Carpintero/Copante/Tablón, en base a un Análisis Discriminante sobre los primeros 10 componentes principales producidos en un Análisis de Componentes Principales sobre 19 distancias medidas sobre la cabeza de los insectos. Los valores de contribución de los componentes principales y los factores discriminantes se muestran en la Tabla # 2.

Tabla # 2.

Análisis Libres de Isometría. Valores de los estadísticos de los Análisis aplicados a poblaciones de *T. dimidiata* Machos ♂ y Hembras ♀.

	%10 CP	Fd1	Fd2	Wilk's	p	%Recla.	K	p	Acuerdo
Va/Tu ♀	91.523	82.3	14.3	0.145	0.000	76.4	0.682	0.000	Sustancial
Calderas ♀	97.587	59.6	31.1	0.428	0.193	62.7	0.486	0.000	Moderada
Ca/Co/Ta ♀	97.656	59.4	28.1	0.572	0.719	49.1	0.317	0.000	Regular
Va/Tu ♂	90.163	66.4	25.8	0.164	0.000	78.2	0.705	0.000	Sustancial
Calderas ♂	96.118	56.8	24.0	0.399	0.026	67.8	0.564	0.000	Moderada
Ca/Co/Ta ♂	96.657	78.5	15.8	0.364	0.001	56.1	0.413	0.000	moderada

La Tabla muestra los valores de Wilk's Lambda, los cuales son bajos, sin embargo en los casos de las hembras de Calderas y de Carpintero/Copante/Tablón, los valores de p son mayores a 0.05, indicando que no son estadísticamente significativos. En los casos restantes, los valores indican que hay una diferencia en al menos uno de los grupos, lo cual no se ve claramente en las gráficas, pero que parece indicar que esta diferencia es aportada por los grupos externos incluidos en los análisis, pues por lo demás, sugieren, que al igual que en los análisis libres de alometría, lo que estamos observando son casos de reinfestación por poblaciones residuales. En cuanto a los valores de Kappa, podemos observar que se logró un mayor acuerdo en comparación al obtenido en los análisis libres de alometría.

8.2 Asimetría

Para estudiar las asimetrías se trabajó con 28 distancias posibles entre 8 puntos tomados en las alas de hembras y machos de *Triatoma dimidiata* (ver figura 2).

Los análisis en cada grupo se realizaron por separado tanto para cada población como para cada sexo, ya que era necesario considerar la existencia de dimorfismo sexual.

Los resultados de los valores de significancia obtenidos en el ANOVA, para detectar el tipo de asimetría presente en cada carácter (Asimetría Direccional –AD- y Asimetría No Direccional –AND-), se muestran en las tablas 3 y 4.

Las variables que presentaron asimetría no direccional (valores de $p \leq 0.05$), y que dentro del grupo de análisis estuvieron presentes en todas las poblaciones, fueron seleccionadas, para poder determinar el tipo de AND presente, es decir Asimetría Fluctuante o Antisimetría. Lo anterior se realizó utilizando la prueba de Kolmogorov-Smirnov (SPSS) para probar la compatibilidad con la distribución normal ($p \geq 0.05$), de las diferencias con signo resultantes de la resta de los promedios del ala izquierda menos los del ala derecha de cada población. Únicamente 4 caracteres de la población de machos del postrociamiento del grupo formado por Carpintero/Copante/Tablón (V2-3, V2-6, V2-8 y V2-9), no presentaron una distribución normal (valores de $p \leq 0.05$), confirmándose la presencia de Antisimetría.

Los índices de AF y los histogramas se presentan en las Tablas 5-10 y las gráficas 11-16.

Tabla # 3.

La tabla muestra los valores de significancia de la Asimetría Direccional y No Direccional ($\text{Sig} \leq 0.05$ Lado y Lado * Individuo, respectivamente) para 28 variables medidas en las alas de las poblaciones de hembras de *Triatoma dimidiata*. En color rojo, los caracteres con asimetría Direccional, en verde, los caracteres con asimetría no direccional, pero que no compartieron esta características con las poblaciones con las que se les estaba comparando, y en azul, los caracteres con asimetría no direccional seleccionados, para el estudio.

		VaTuH	VaTuH	CarCopTabH	CarCopTabH	CarCopTabH	CalderasH	CalderasH	CalderasH
		PRE	POST	PRE	REINF	POST	PRE	REINF	POST
V1,2	L	0.801	0.715	0.889	0.828	0.349	0.602	0.564	0.421
	L*A	0.000	0.013	0.000	0.001	0.758	0.001	0.000	0.000
V1,6	L	0.376	0.466	0.307	0.719	0.098	0.805	0.715	0.487
	L*A	0.000	0.013	0.000	0.001	0.047	0.000	0.000	0.000
V2,4	L	0.208	0.075	0.113	0.702	0.350	0.007	0.871	0.778
	L*A	0.004	0.050	0.000	0.305	0.462	0.174	0.000	0.000
V3,4	L	0.485	0.054	0.049	0.501	0.630	0.411	0.728	0.994
	L*A	0.009	0.546	0.020	0.094	0.107	0.000	0.000	0.008
V3,9	L	0.985	0.613	0.067	0.828	0.128	0.169	0.488	0.388
	L*A	0.201	0.963	0.853	0.318	0.696	0.000	0.010	0.000
V8,9	L	0.161	0.184	0.398	0.370	0.993	0.903	0.652	0.981
	L*A	0.496	0.061	0.267	0.640	0.160	0.046	0.201	0.547
V1,3	L	0.828	0.617	0.071	0.583	0.349	0.901	0.750	0.660
	L*A	0.004	0.102	0.000	0.199	0.003	0.000	0.000	0.000
V1,4	L	0.326	0.068	0.218	0.811	0.328	0.406	0.506	0.568
	L*A	0.000	0.009	0.000	0.001	0.010	0.001	0.000	0.000
V1,7	L	0.111	0.126	0.158	0.656	0.024	0.688	0.841	0.199
	L*A	0.000	0.036	0.000	0.017	0.095	0.005	0.000	0.000
V1,8	L	0.095	0.177	0.316	0.769	0.152	0.998	0.763	0.274
	L*A	0.002	0.408	0.000	0.001	0.215	0.000	0.000	0.000
V1,9	L	0.241	0.207	0.367	0.872	0.018	0.597	0.608	0.338
	L*A	0.012	0.295	0.000	0.002	0.153	0.000	0.000	0.000
V2,3	L	0.491	0.915	0.116	0.888	0.249	0.186	0.560	0.791
	L*A	0.000	0.086	0.000	0.809	0.287	0.000	0.023	0.001
V2,6	L	0.419	0.549	0.167	0.365	0.138	0.231	0.662	0.863
	L*A	0.028	0.083	0.000	0.825	0.763	0.012	0.000	0.001
V2,7	L	0.030	0.091	0.026	0.414	0.030	0.785	0.478	0.543
	L*A	0.776	0.293	0.099	0.446	0.809	0.229	0.017	0.000

Continuación Tabla # 3.

		VaTuH	VaTuH	CarCopTabH	CarCopTabH	CarCopTabH	CalderasH	CalderasH	CalderasH
		PRE	POST	PRE	REINF	POST	PRE	REINF	POST
V2,8	L	0.043	0.180	0.057	0.498	0.209	0.293	0.647	0.742
	L*A	0.790	0.833	0.300	0.246	0.962	0.135	0.002	0.000
V2,9	L	0.244	0.161	0.107	0.731	0.013	0.035	0.960	0.923
	L*A	0.928	0.917	0.331	0.330	0.988	0.503	0.001	0.000
V3,6	L	0.706	0.986	0.138	0.493	0.353	0.338	0.338	0.632
	L*A	0.005	0.265	0.735	0.870	0.918	0.000	0.027	0.002
V3,7	L	0.173	0.084	0.037	0.382	0.172	0.110	0.252	0.282
	L*A	0.310	0.530	0.623	0.441	0.119	0.000	0.042	0.000
V3,8	L	0.440	0.113	0.049	0.455	0.423	0.187	0.201	0.357
	L*A	0.098	0.990	0.651	0.218	0.541	0.000	0.090	0.002
V4,6	L	0.766	0.125	0.268	0.705	0.767	0.661	0.283	0.501
	L*A	0.002	0.003	0.332	0.120	0.798	0.209	0.487	0.001
V4,7	L	0.041	0.870	0.825	0.582	0.198	0.083	0.346	0.151
	L*A	0.999	0.052	0.271	0.862	0.495	0.096	0.015	0.000
V4,8	L	0.816	0.304	0.994	0.988	0.697	0.292	0.587	0.161
	L*A	0.797	0.275	0.822	0.337	0.633	0.020	0.000	0.002
V4,9	L	0.205	0.112	0.563	0.532	0.351	0.440	0.858	0.184
	L*A	0.920	0.510	0.780	0.080	0.708	0.062	0.000	0.006
V6,7	L	0.322	0.017	0.304	0.581	0.391	0.265	0.713	0.208
	L*A	0.003	0.681	0.003	0.407	0.003	0.018	0.502	0.010
V6,8	L	0.925	0.121	0.172	0.615	0.419	0.655	0.974	0.658
	L*A	0.001	0.241	0.013	0.033	0.068	0.001	0.003	0.044
V6,9	L	0.513	0.644	0.306	0.981	0.397	0.567	0.742	0.771
	L*A	0.000	0.272	0.043	0.017	0.081	0.011	0.004	0.006
V7,8	L	0.506	0.206	0.270	0.967	0.079	0.872	0.983	0.493
	L*A	0.087	0.264	0.018	0.388	0.305	0.074	0.041	0.290
V7,9	L	0.210	0.101	0.768	0.469	0.825	0.943	0.918	0.491
	L*A	0.072	0.844	0.192	0.391	0.153	0.102	0.016	0.001

Tabla # 4.

La tabla muestra los valores de significancia de la Asimetría Direccional y No Direccional ($\text{Sig} \leq 0.05$ Lado y Lado * Individuo, respectivamente) para 28 variables medidas en las alas de las poblaciones de machos de *Triatoma dimidiata*. En color rojo, los caracteres con asimetría Direccional, en verde, los caracteres con asimetría no direccional, pero que no compartieron esta características con las poblaciones con las que se les estaba comparando, y en azul, los caracteres con asimetría no direccional seleccionados para el estudio.

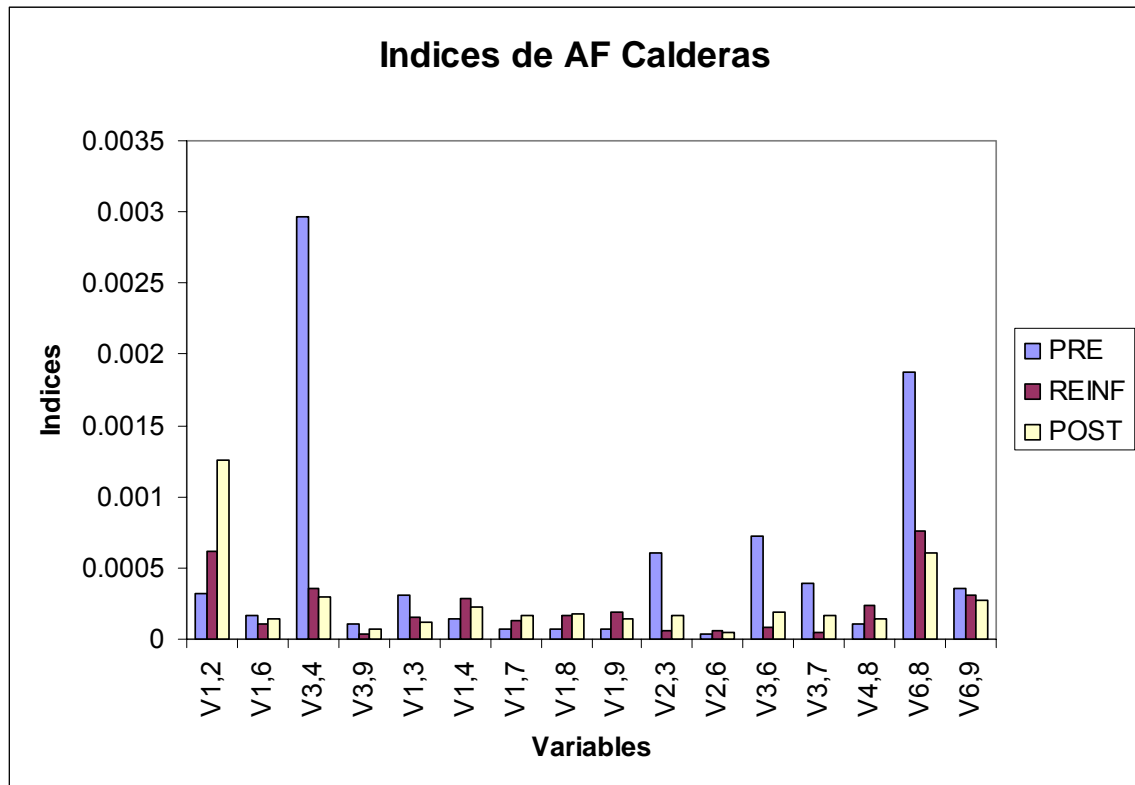
		VaTuM	VaTuM	CarCopTabM	CarCopTabM	CarCopTabM	CalderasM	CalderasM	CalderasM
		PRE	POST	PRE	REINF	POST	PRE	REINF	POST
V1,2	L	0.827	0.193	0.017	0.313	0.754	0.788	0.048	0.401
	L*A	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000
V1,6	L	0.574	0.583	0.003	0.127	0.524	0.287	0.244	0.224
	L*A	0.000	0.234	0.000	0.000	0.005	0.000	0.003	0.000
V2,4	L	0.141	0.705	0.986	0.991	0.533	0.198	0.953	0.977
	L*A	0.039	0.048	0.000	0.111	0.000	0.000	0.000	0.010
V3,4	L	0.236	0.553	0.965	0.428	0.143	0.896	0.096	0.631
	L*A	0.000	0.590	0.123	0.008	0.001	0.013	0.007	0.002
V3,9	L	0.113	0.519	0.339	0.740	0.132	0.363	0.090	0.447
	L*A	0.000	0.001	0.360	0.051	0.055	0.087	0.000	0.001
V8,9	L	0.587	0.290	0.010	0.134	0.109	0.087	0.084	0.011
	L*A	0.008	0.034	0.407	0.016	0.002	0.173	0.000	0.879
V1,3	L	0.132	0.566	0.655	0.693	0.105	0.988	0.409	0.660
	L*A	0.022	0.000	0.000	0.000	0.045	0.039	0.001	0.000
V1,4	L	0.386	0.742	0.040	0.514	0.399	0.581	0.191	0.715
	L*A	0.000	0.545	0.043	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000
V1,7	L	0.522	0.455	0.001	0.196	0.320	0.473	0.350	0.327
	L*A	0.000	0.039	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
V1,8	L	0.573	0.081	0.002	0.549	0.115	0.290	0.335	0.217
	L*A	0.000	0.046	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
V1,9	L	0.658	0.138	0.008	0.557	0.074	0.125	0.006	0.708
	L*A	0.000	0.028	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
V2,3	L	0.060	0.799	0.755	0.623	0.399	0.192	0.095	0.441
	L*A	0.000	0.000	0.034	0.000	0.000	0.009	0.007	0.006
V2,6	L	0.342	0.644	0.152	0.278	0.513	0.033	0.259	0.266
	L*A	0.000	0.008	0.000	0.007	0.000	0.002	0.449	0.032
V2,7	L	0.146	0.749	0.088	0.266	0.428	0.190	0.619	0.397
	L*A	0.002	0.000	0.000	0.088	0.000	0.000	0.001	0.114

Continuación Tabla # 4.

		VaTuM	VaTuM	CarCopTabM	CarCopTabM	CarCopTabM	CalderasM	CalderasM	CalderasM
		PRE	POST	PRE	REINF	POST	PRE	REINF	POST
V2,8	L	0.277	0.757	0.139	0.718	0.340	0.078	0.122	0.149
	L*A	0.000	0.000	0.001	0.001	0.000	0.000	0.001	0.016
V2,9	L	0.424	0.868	0.977	0.372	0.282	0.015	0.901	0.578
	L*A	0.000	0.000	0.000	0.004	0.000	0.007	0.000	0.050
V3,6	L	0.272	0.320	0.090	0.188	0.161	0.357	0.156	0.965
	L*A	0.007	0.109	0.001	0.000	0.069	0.002	0.023	0.001
V3,7	L	0.481	0.331	0.014	0.061	0.903	0.619	0.086	0.976
	L*A	0.017	0.121	0.067	0.038	0.448	0.049	0.020	0.004
V3,8	L	0.233	0.831	0.149	0.324	0.559	0.231	0.483	0.589
	L*A	0.001	0.019	0.083	0.005	0.073	0.043	0.051	0.003
V4,6	L	0.710	0.457	0.130	0.216	0.832	0.447	0.507	0.527
	L*A	0.362	0.348	0.002	0.011	0.000	0.000	0.062	0.005
V4,7	L	0.257	0.457	0.020	0.186	0.042	0.713	0.716	0.488
	L*A	0.681	0.639	0.009	0.366	0.038	0.001	0.007	0.311
V4,8	L	0.688	0.566	0.167	0.671	0.052	0.272	0.099	0.101
	L*A	0.078	0.046	0.018	0.064	0.000	0.000	0.015	0.093
V4,9	L	0.989	0.627	0.263	0.456	0.027	0.560	0.614	0.511
	L*A	0.057	0.352	0.320	0.011	0.000	0.000	0.000	0.071
V6,7	L	0.532	0.976	0.795	0.758	0.183	0.449	0.821	0.942
	L*A	0.002	0.199	0.018	0.001	0.000	0.017	0.016	0.878
V6,8	L	0.836	0.374	0.337	0.527	0.176	0.959	0.245	0.041
	L*A	0.002	0.003	0.002	0.003	0.000	0.000	0.008	0.836
V6,9	L	0.426	0.667	0.010	0.092	0.042	0.418	0.303	0.668
	L*A	0.094	0.003	0.023	0.004	0.000	0.000	0.000	0.915
V7,8	L	0.611	0.920	0.100	0.301	0.021	0.437	0.291	0.878
	L*A	0.001	0.053	0.196	0.000	0.772	0.000	0.115	0.698
V7,9	L	0.015	0.755	0.000	0.311	0.896	0.216	0.695	0.665
	L*A	0.227	0.155	0.092	0.007	0.006	0.321	0.000	0.093

Tabla # 5. Índices de Asimetría Fluctuante de 16 variables medidas en las alas de las hembras de la aldea Calderas. Los índices se construyeron en base a la resta de los cuadrados mínimos menos el error de medición obtenidos en el andeva. Cada valor se dividió entre el número de veces que se midió la variable.

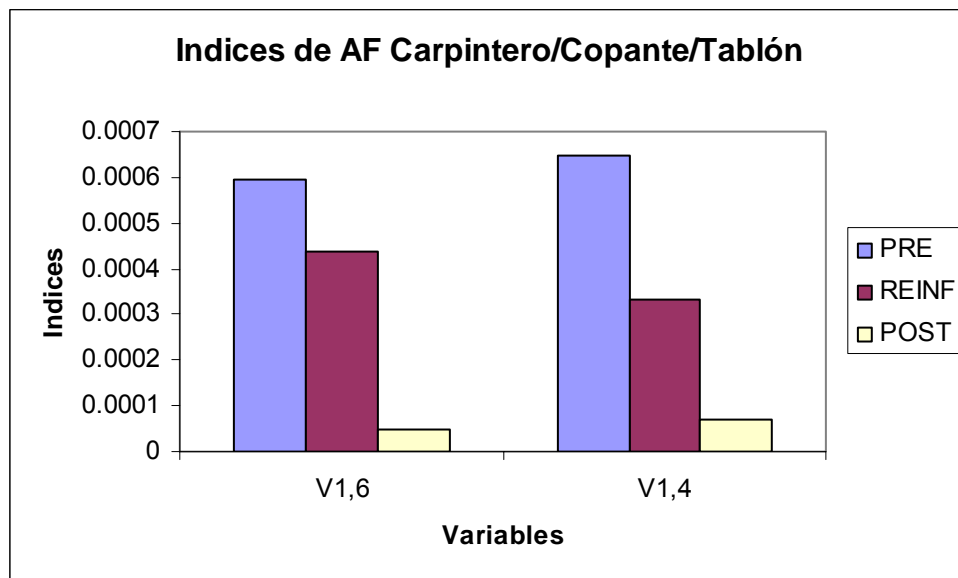
Variables	Prerociamiento	Reinfestantes	Postrociamiento
V1,2	3.256E-04	6.177E-04	1.255E-03
V1,6	1.697E-04	1.018E-04	1.466E-04
V3,4	2.965E-03	3.538E-04	2.979E-04
V3,9	1.018E-04	3.472E-05	7.518E-05
V1,3	3.098E-04	1.516E-04	1.132E-04
V1,4	1.474E-04	2.821E-04	2.264E-04
V1,7	6.592E-05	1.301E-04	1.651E-04
V1,8	6.774E-05	1.665E-04	1.760E-04
V1,9	6.702E-05	1.933E-04	1.417E-04
V2,3	6.103E-04	5.947E-05	1.711E-04
V2,6	3.850E-05	5.485E-05	5.321E-05
V3,6	7.247E-04	8.880E-05	1.879E-04
V3,7	3.894E-04	4.157E-05	1.648E-04
V4,8	1.089E-04	2.413E-04	1.441E-04
V6,8	1.871E-03	7.593E-04	6.000E-04
V6,9	3.598E-04	3.057E-04	2.690E-04



Gráfica # 11. Histograma comparando los índices de AF de hembras de tres poblaciones de Calderas.

Tabla # 6. Índices de Asimetría Fluctuante de 2 variables medidas en las alas de las hembras de las aldeas de Carpintero/Copante/Tablón. Los índices se construyeron en base a la resta de los cuadrados mínimos menos el error de medición obtenidos en el andeva. Cada valor se dividió entre el número de veces que se midió la variable.

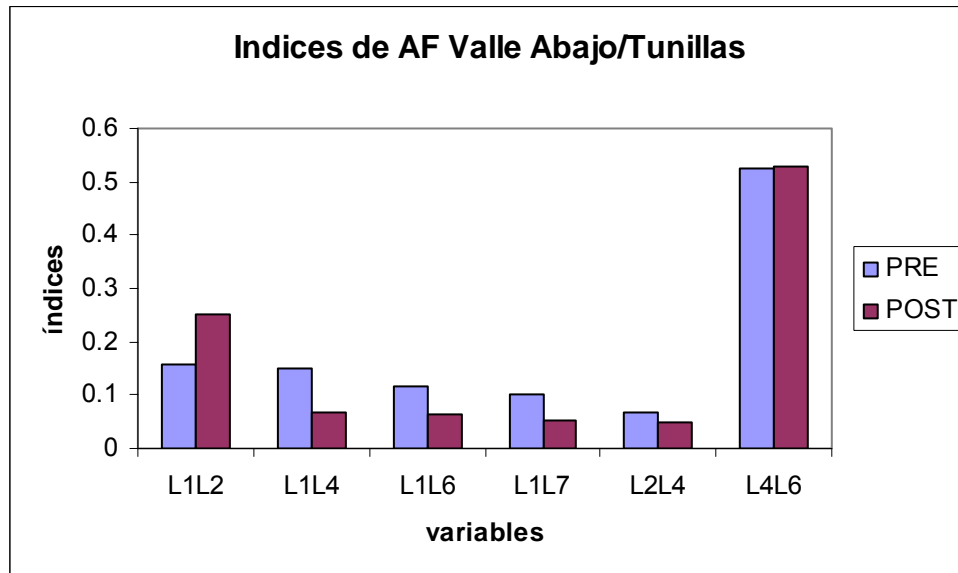
Variables	Prerociamiento	Reinfestantes	Postrociamiento
V1,6	5.959E-04	4.360E-04	4.823E-05
V1,4	6.456E-04	3.329E-04	7.160E-05



Gráfica # 12. Histograma comparando los índices de AF de hembras de tres poblaciones de Carpintero/Copante/Tablón.

Tabla # 7. Índices de Asimetría Fluctuante de 6 variables medidas en las alas de las hembras de las aldeas de Valle Abajo/Tunillas. Los índices se construyeron en base a la resta de los cuadrados mínimos menos el error de medición obtenidos en el andeva. Cada valor se dividió entre el número de veces que se midió la variable.

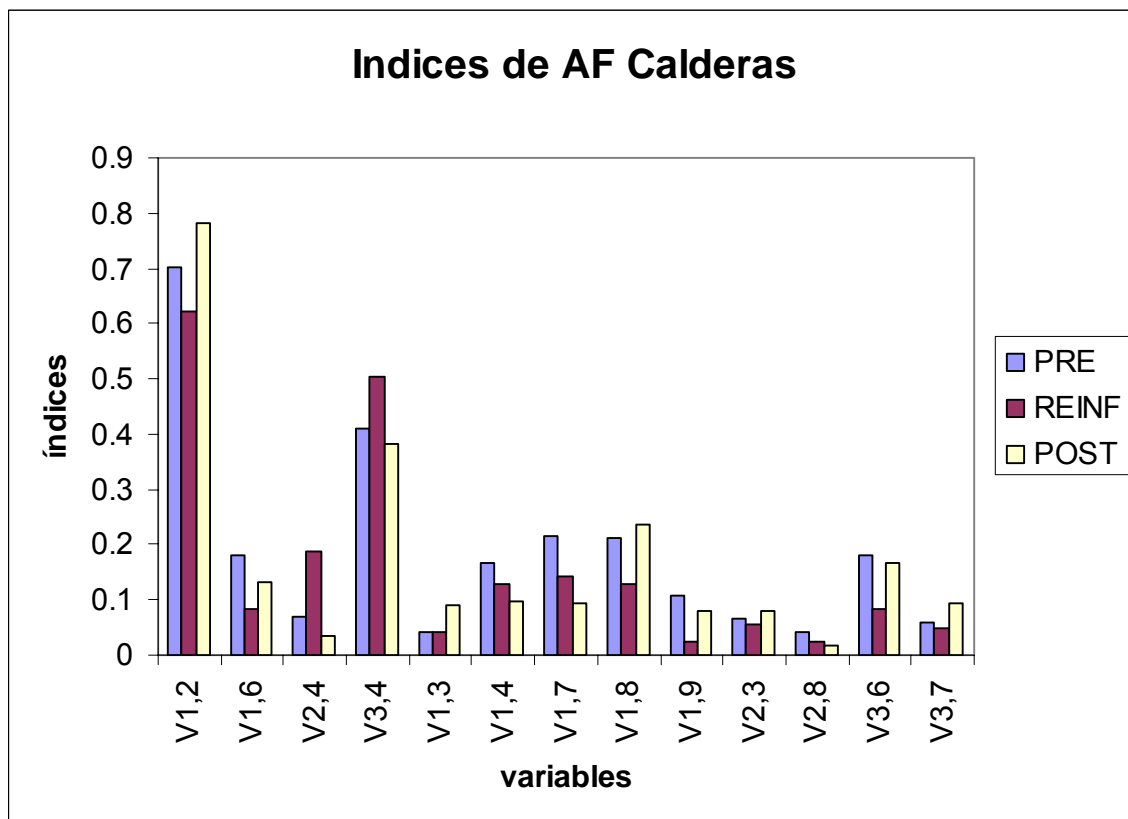
Procedencia	Prerociamiento	Postrociamiento
L1L2	0.157263	0.250213
L1L4	0.150995	0.067544
L1L6	0.114555	0.062907
L1L7	0.099948	0.051842
L2L4	0.066426	0.049545
L4L6	0.52445	0.530386



Gráfica # 13. Histograma comparando los índices de AF de hembras de dos poblaciones de Valle Abajo/Tunillas.

Tabla # 8. Índices de Asimetría Fluctuante de 13 variables medidas en las alas de los machos de la aldea de Calderas. Los índices se construyeron en base a la resta de los cuadrados mínimos menos el error de medición obtenidos en el andeva. Cada valor se dividió entre el número de veces que se midió la variable.

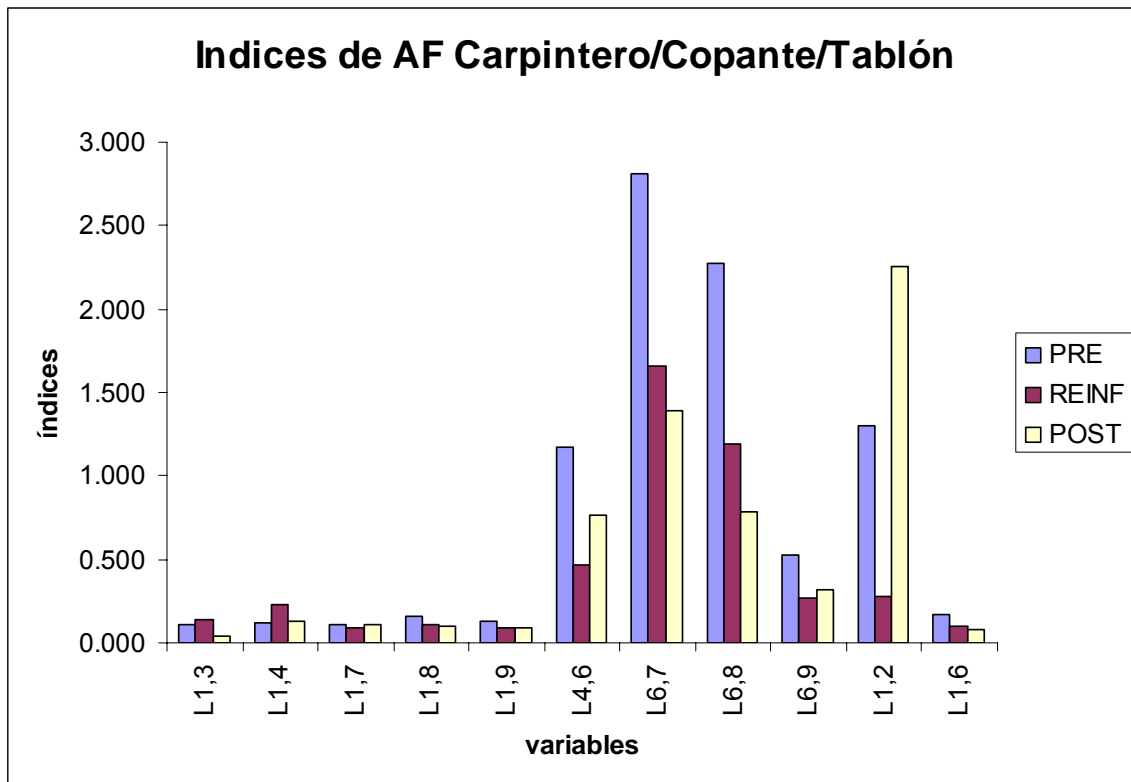
Variables	Prerociamiento	Reinfestantes	Postrociamiento
V1,2	7.02E-01	6.22E-01	7.83E-01
V1,6	1.82E-01	8.43E-02	1.32E-01
V2,4	6.85E-02	1.86E-01	3.53E-02
V3,4	4.09E-01	5.03E-01	3.81E-01
V1,3	4.18E-02	4.28E-02	9.11E-02
V1,4	1.67E-01	1.30E-01	9.60E-02
V1,7	2.14E-01	1.43E-01	9.44E-02
V1,8	2.10E-01	1.27E-01	2.36E-01
V1,9	1.08E-01	2.53E-02	7.98E-02
V2,3	6.44E-02	5.56E-02	8.07E-02
V2,8	4.03E-02	2.33E-02	1.58E-02
V3,6	1.80E-01	8.45E-02	1.67E-01
V3,7	5.74E-02	4.95E-02	9.23E-02



Gráfica # 14. Histograma comparando los índices de AF de tres poblaciones de machos de Calderas.

Tabla # 9. Índices de Asimetría Fluctuante de 11 variables medidas en las alas de los machos de las aldeas de Carpintero/Copante/Tablón. Los índices se construyeron en base a la resta de los cuadrados mínimos menos el error de medición obtenidos en el andeva. Cada valor se dividió entre el número de veces que se midió la variable.

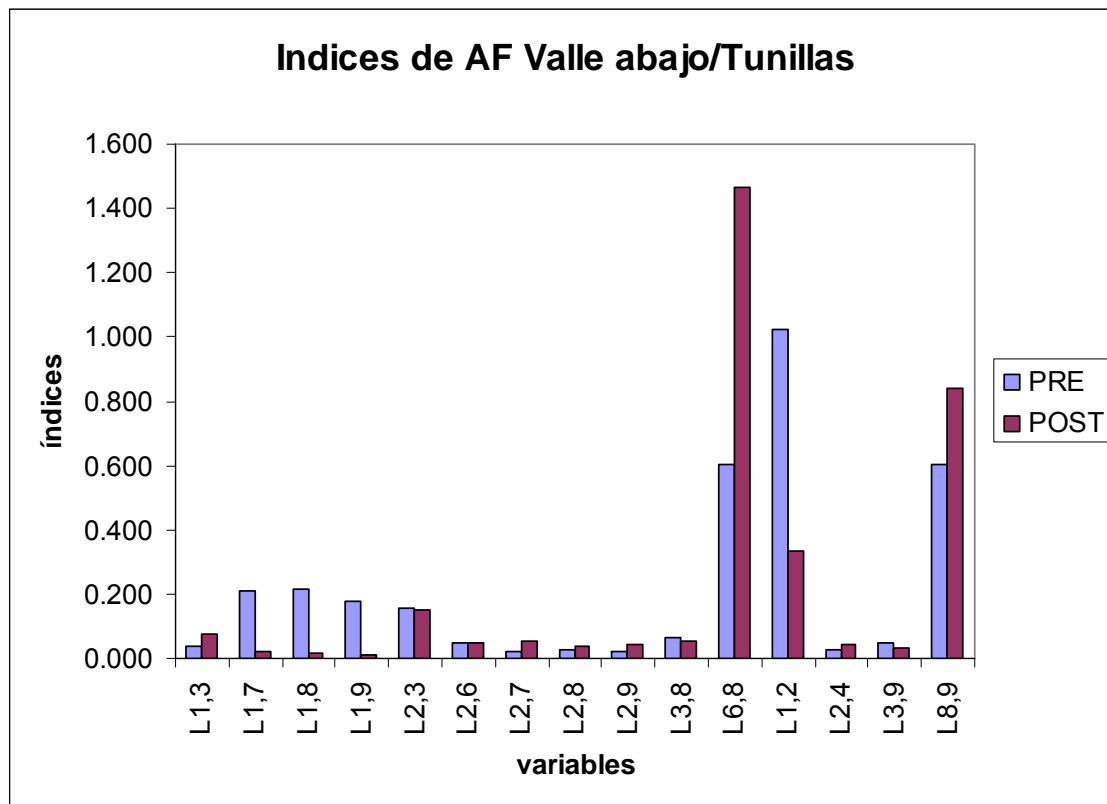
Variables	Prerociamiento	Reinfestantes	Postrociamiento
L1,3	1.09E-01	1.40E-01	3.56E-02
L1,4	1.22E-01	2.29E-01	1.34E-01
L1,7	1.14E-01	9.09E-02	1.14E-01
L1,8	1.55E-01	1.13E-01	1.03E-01
L1,9	1.28E-01	9.16E-02	9.39E-02
L4,6	1.17E+00	4.69E-01	7.65E-01
L6,7	2.81E+00	1.66E+00	1.39E+00
L6,8	2.28E+00	1.19E+00	7.85E-01
L6,9	5.30E-01	2.66E-01	3.20E-01
L1,2	1.30E+00	2.81E-01	2.25E+00
L1,6	1.65E-01	9.56E-02	8.17E-02



Gráfica # 15. Histograma comparando los índices de AF de tres poblaciones de machos de Carpintero/Copante/Tablón.

Tabla # 10. Índices de Asimetría Fluctuante de 2 variables medidas en las alas de las hembras de las aldeas de Carpintero/Copante/Tablón. Los índices se construyeron en base a la resta de los cuadrados mínimos menos el error de medición obtenidos en el andeva. Cada valor se dividió entre el número de veces que se midió la variable.

Variables	Prerociamiento	Postrociamiento
L1,3	3.92E-02	7.73E-02
L1,7	2.08E-01	2.27E-02
L1,8	2.13E-01	1.73E-02
L1,9	1.78E-01	1.20E-02
L2,3	1.55E-01	1.53E-01
L2,6	4.69E-02	4.88E-02
L2,7	2.27E-02	5.57E-02
L2,8	2.61E-02	3.93E-02
L2,9	1.93E-02	4.33E-02
L3,8	6.45E-02	5.27E-02
L6,8	6.04E-01	1.46E+00
L1,2	1.02E+00	3.34E-01
L2,4	2.96E-02	4.07E-02
L3,9	5.10E-02	3.07E-02
L8,9	6.02E-01	8.40E-01



Gráfica # 16. Histograma comparando los índices de AF de dos poblaciones de machos de Valle Abajo/Tunillas.

9. Discusión de Resultados

El Programa Nacional de Erradicación de Vectores, se encuentra a cargo del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social –MSPAS-; dentro de este se encuentra el sub-programa de Chagas, en el cual los rociamientos son realizados por técnicos de malaria con una amplia experiencia en el rociamiento de mosquitos, el cual es el que se utiliza actualmente y que consiste en cubrir homogéneamente con insecticida todas las paredes de las viviendas. Aunque estudios realizados en el LENAP sugieren que *T. dimidia* tiene preferencias aparentemente por el lado norte de la vivienda, lo cual podría explicarse en base de la temperatura, cantidad de luz y calor generados durante el día por la salida y puesta del sol, siendo las paredes más calientes las que se encuentran en los lados este y oeste (Monroy *et al.* 1998, Monroy *et al.* 2003, Monroy *et al.* 2004), esto aún no ha sido tomado en cuenta.

El procedimiento normal es de un rociamiento anual y la evaluación entomológica post- rociamiento. Experiencia acumulada en un largo número de campañas en América Latina indica que la aplicación de un insecticida piretroide apropiado puede eliminar cualquier población doméstica de Triatominae, sin embargo, en el caso de *T. dimidiata*, han sido reportadas poblaciones residuales o reinfestaciones después del primer rociamiento, por algunos autores (Acevedo 2000, Nakagawa 2003b).

Valores altos de infestación después del rociamiento se han reportados en lugares de alta endemia tal como en el caso del departamento de Jutiapa, del cual provienen las poblaciones del estudio. (Nakagawa *et al.* 2002). Sin embargo, estos reportes no son frecuentes en todas las áreas, lo que podría indicar que existen diferentes poblaciones de la especie en el país, tal como lo muestran datos de Tabaru *et al.* 1998, Calderón *et al.* 2004, Bustamante *et al.* 2004, Calderón *et al.* 2005.

A pesar que existen los reportes de reinfestación, no se han realizado investigaciones profundas sobre la procedencia o el posible origen de estos. Durante el proyecto realizado en conjunto por el LENAP y el MSPAS para evaluar el costo efectividad de tres tipos de aplicación del insecticida en Jutiapa, se colectó material biológico proveniente tanto del prerociamiento como del postrociamiento. Las evaluaciones posteriores a la aplicación del rociamiento (3, 6, 9 y 12 meses después) se realizaron al azar, por lo cual en los casos en los que no se roció el 100% de las viviendas, sino únicamente las positivas en la evaluación previa al rociamiento, las casas inspeccionadas no eran siempre casas tratadas con insecticida. Por lo anterior, en esos casos los grupos se seleccionaron de la siguiente forma: prerociamiento (colectados en la búsqueda inicial previa al rociamiento), población reinfestante (individuos colectados en casas que sí habían sido rociadas) y postrociamiento (insectos colectados en casas no tratadas por ser negativas en la evaluación inicial). Debido a que en el desarrollo del proyecto no se consideró claramente el uso que se daría al material, esto dificultó el proceso de selección de los individuos que iban a utilizarse, perdiéndose mucha información al ingreso de los individuos a la colección de referencia del LENAP, lo cual no permitió en algunos casos contar con tamaños de muestra adecuados para algunos de

los análisis, a pesar de que ya que todas las localidades estudiadas son cercanas y comparten características ambientales similares, los análisis se trabajaron agrupando las poblaciones de acuerdo a los tratamientos a los que habían sido sometidas con el insecticida y no individualmente.

Diversas técnicas, tanto genéticas como fenéticas, han sido utilizadas para estudios poblacionales en los Triatominos. Entre estas se encuentran PCR-RAPD, ITS-2, Electroforesis de Isoenzimas, Patrones de sensilas antenales, Perfiles de Hidrocarburos Cuticulares de las alas, Citometría, Morfometría, etc.; permitiéndonos ampliar los conocimientos sobre este grupo (Calderón, 2002; Marcilla *et al.*, 2000 y 2002; Ordóñez, 2002; Panzera *et al.*, 1997; Dujardin *et al.*, 1999a; Bustamante, 2001b; Schofield *et al.*, 1999). Estas técnicas son utilizadas para aclarar la estructura poblacional de los vectores y su movilidad, en varias especies muestra una movilidad moderada a alta.

Una técnica de relativamente fácil aplicación es la Morfometría, la cual ha sido utilizada para detectar diferenciación geográfica intraespecie, así como para diferenciar poblaciones provenientes de distintos hábitats (Schofield *et al.*, 1996; Casini *et al.*, 1995; Monroy *et al.*, 2003b; Bustamante *et al.*, 2004; Dujardin *et al.*, 1997 a y b; Dujardin, 1998; Galíndez *et al.*, 1997; Solís-Mena, 2000; Noireau *et al.*, 1997; Borges *et al.*, 2000), por lo cual en este caso se seleccionó como una herramienta exploratoria para estudiar el posible origen de las poblaciones reinfestantes. El posible origen de una población es una información sumamente importante para la actual campaña de control de los vectores, ya que implica replantar los métodos tradicionales si se trata de reinfestantes o buscar nuevos métodos en el caso de vectores silvestres que aportan su genética a la población de vectores domiciliarios.

Morfometría Tradicional

En el caso de la Morfometría Tradicional, en todos los grupos estudiados, los análisis de los individuos colectados antes y después del rociamiento, sin importar que tipo de tratamiento con insecticidas se había aplicado, indican que podríamos estar hablando de poblaciones residuales, es decir poblaciones sobrevivientes al rociamiento. Jutiapa se caracteriza por tener infestaciones altas, lo cual podría incidir en el éxito de algunas chinches a escapar a los efectos del rociamiento, si consideramos que la causa más probable de reinfestación son las poblaciones residuales sobrevivientes del primer rociamiento, los datos nos sugieren, que es necesario realizar al menos dos rociamientos anuales con el fin de disminuir la reinfestación por esta fuente. Nakagawa, en 2003, mostró datos del departamento de Jutiapa en los cuales el índice de infestación disminuyó de 34.5% a 8.9% luego de un rociamiento anual, por lo cual recomendó un segundo ciclo, sin embargo, debido al poco personal a cargo de los rociamientos y la disponibilidad de recursos con los que cuenta el Ministerio de Salud Pública, se continúa efectuando únicamente un rociamiento anual, bajo la actual política del Programa Nacional del Control de vectores de Guatemala de obtener una amplia cobertura de rociamiento.

En el caso de los grupos en los que el rociamiento no se realizó en el 100% de las viviendas (Calderas y Carpintero/Copante/Tablón), es necesario considerar también que una causa probable de reinfestación puede ser la mala búsqueda inicial de vectores en las viviendas o que los insectos hayan estado en bajas densidades que no permitieron detectarlos, ya que los individuos colectados en viviendas no tratadas en las revisiones posteriores al rociamiento constituyen un grupo importante. Este grupo no se diferencia de las reinfestantes, ni de las prerociamiento, lo cual está indicando que se trata de una misma población moviéndose y manteniendo un flujo entre ellas. En los casos en que se rocía con insecticidas parcialmente es más probable encontrar poblaciones residuales, ya que el efecto repelente del insecticida puede hacer que se muevan los vectores de una casa rociada o una no rociada.

Dorn *et al.*, 2003, reporta intercambio genético en aldeas distanciadas varios kilómetros, lo cual podría explicar que la población del grupo externo del mismo departamento (La Brea, Quezada), no se diferencie de las poblaciones objeto del estudio. Este estudio mostró que los vectores pueden moverse hasta 11 kilómetros y tener intercambio genético, otros estudios (Zeledón 1981) muestran que los vectores en el peri domicilio presentan sangre humana en su estómago lo que indica la movilidad del domicilio al per idomiclio.

A pesar que en el estudio se considera que la causa más probable de reinfestación son las poblaciones residuales, es necesario profundizar más tanto en los estudios científicos como en los de campo y considerar otras posibles fuentes de reinfestación, tomando en cuenta que se sabe que *T. dimidiata* tiene capacidad de movimiento y colonización, y que durante la época seca y cálida es probable encontrar machos volando de un lugar otro en busca de hembras, así como que ha sido descrita la capacidad de movimiento que tiene las ninfas de esta especie en condiciones silvestres, sobre todo en época lluviosa (Monroy *et al.* 2003). Para esto sería necesario realizar búsquedas sistemáticas de poblaciones silvestres de *T. dimidiata*, en los alrededores de las localidades, lo cual se respaldaría en el hecho de que ya han sido reportadas poblaciones silvestres con potencial re-infestante en Lachuá, Cobán, Alta Verapaz (Calderón *et al.* 2004); poblaciones silvestres en Petén que tienen capacidad de invadir especialmente los gallineros en la región (Monroy *et al.* 2003); invasiones anuales en Yucatán, México (Dumonteil *et al.* 2002) y más recientemente una probable re-infestación de *T. dimidiata* en Yucatán proveniente de áreas selváticas o peri domesticas a los cuatro meses post-rociamiento (Dumonteil *et al.* 2004).

Asimetría

Los artrópodos, en general, presentan una simetría bilateral en la que cada lado del organismo está bajo el control de los mismos genes, y por lo tanto deberían presentar una igualdad bilateral perfecta. De no ser así, las causas podrían deberse a factores ambientales o genéticos (Dujardin, 2000; Jaramillo, 2000). La obtención de una simetría sin defectos en el organismo maduro resulta de un desarrollo perfectamente canalizado desde los primeros estadios de vida. En la hipótesis de una ausencia de causas genéticas,

el grado de asimetría nos informa sobre los problemas surgidos que pudieran haber perturbado el desarrollo perfecto del organismo.

Los estudios de Asimetrías Morfométricas se han utilizado para examinar el origen ambiental de variaciones fenotípicas, por medio del tipo de asimetría atribuida a los factores ambientales (Asimetría Fluctuante) ya que la desigualdad entre estructuras bilaterales es un indicador sensible, aunque débil, de la estabilidad del desarrollo (Dujardin, 2000). En los Triatomíneos, el estudio de las asimetrías ha sido aplicado en pocos casos y básicamente se ha utilizado para comparaciones entre especies, que den cuenta de las perturbaciones de los ambientes en que se desarrollan (Dujardin, 2000; Jaramillo, 2000; Menes, 2004; Díaz, 2003).

En este caso la Asimetría se estudió con el fin de analizar la estabilidad del desarrollo de poblaciones sometidas a un “estres”, que en este caso se trató de la aplicación de insecticida en las viviendas. Los análisis se realizaron utilizando las alas de los insectos, ya que además de ser estructuras bilaterales están relacionadas con la locomoción de este grupo y de acuerdo a Moller y Swaddle (1997) la simetría alar es de mucha importancia en la maniobrabilidad del vuelo.

Si tomamos en La información es doble, por una parte, la asimetría es el testigo de fenómeno de presiones (stress) ambientales actuando sobre la estabilidad del desarrollo, por otra parte también informa sobre la resistencia del organismo a las presiones ambientales, es decir sobre ciertos aspectos genéticos (Dujardin 2000).

En cuanto a las Asimetrías, podemos observar en los resultados que la Antisimetría fue la menos importante, estando presente únicamente en cuatro caracteres de una misma población, el origen de este tipo de asimetría aún no está muy claro, aunque generalmente se atribuye a causas genéticas (Dujardin, 2000). La Asimetría Direccional, la cual tiene causas genéticas (Palmer & Strobeck, 1986), a pesar de estar presente en más casos y en la mayor parte de las poblaciones, no presentó importancia en el estudio.

La Asimetría Fluctuante fue la más importante en los machos de los tres grupos y en las hembras de calderas. Este tipo de asimetría resulta de los accidentes que perturban el desarrollo larval hasta el estadio adulto. Los accidentes pueden corresponder a cambios drásticos de temperatura, parasitismo, períodos de ayuno, contactos con productos tóxicos, etc., resultando en un incremento del estrés ambiental (Jaramillo, 2000; Palmer & Strobeck, 1986). A pesar de la importancia que tuvo este tipo de asimetría, no se encontró ningún patrón que permitiera concluir sobre el efecto de la aplicación del insecticida sobre las poblaciones, esto puede deberse a que el tiempo de monitoreo y colecta posterior al rociamiento fue muy corto, ya que las chinches requieren de un año para colonizar de huevo a adulto, por lo cual es probable que aun no puedan observarse los efectos de la presión en estos insectos. Tomando en cuenta que en nuestro caso, las poblaciones de Jutiapa son poblaciones completamente adaptadas al hábitat domiciliar, la presencia de asimetría fluctuante puede explicarse apoyándose en los estudios de Jaramillo (2000) el cual encontró que la población doméstica de *Rhodnius pallescens* mostró una relajación causada por la no necesidad de usar un órgano, las alas, por ser una

población sedentaria con poca capacidad de vuelo. De acuerdo a Schofield *et al.* (1999), la adaptación de los Triatominae a ambientes estables (viviendas humanas) implica la especialización y simplificación reflejada en características genéticas (reducción genómica) y fenotípicas. Entre estas últimas se ha encontrado la reducción de las sensilas antenales, el relajamiento de la simetría bilateral, relajamiento del dimorfismo sexual, y una reducción general del tamaño corporal (Dujardin, 2000b).

En el caso de las hembras de Valle Abajo/Tunillas y Carpintero/Copante/tablón, es necesario profundizar en estudios relacionados con el fin de aclarar que está sucediendo con estas poblaciones, ya que mostraron una clara tendencia a ser más simétricas, presentando pocos caracteres con Asimetría Fluctuante.

10. Conclusiones

1. Las poblaciones del prerociamiento y postrociamiento no presentan diferencias morfométricas, indicando que podemos estar ante un caso de reinfestación por poblaciones residuales.
2. Para realizar un control vectorial efectivo, es necesario realizar al menos dos rociamientos al año, para evitar las reinfestaciones por poblaciones residuales.
3. En las aldeas en las cuales no se roció el 100% de las viviendas (Calderas y Carpintero/Copante/Tablón), se debe considerar como fuente importante de reinfestación, las poblaciones de insectos que no fueron detectadas al inicio del estudio (por estar en bajas densidades o por mala búsqueda), pero que posteriormente al rociamiento aparecieron en casas no tratadas, ya que constituyen un grupo importante, que no se diferencia morfométricamente.
4. Los resultados indican que hay una gran movilidad entre las poblaciones que hace que se mantenga un flujo entre ellas y por lo tanto permanezcan homogéneas.
5. Es necesario profundizar en estudios de campo y científicos que consideren otras posibles fuentes de reinfestaciones.
6. La antisimetría fue el tipo de asimetría menos importante del estudio, detectándose únicamente en una población (machos postrociamiento Carpintero/Copante/Tablón).
7. La Asimetría Fluctuante fue la más importante en los machos y en el grupo de hembras de Calderas, aunque no presentó ningún patrón que permitiera concluir sobre el efecto de la aplicación del insecticida sobre las poblaciones reinfestantes.
8. La presencia de asimetría fluctuante en todas las poblaciones puede deberse a que las poblaciones de Jutiapa están bien adaptadas al hábitat domiciliar, lo cual podría causar una relajación de la simetría por la adaptación a un ambiente estable (la vivienda).
9. En los casos de las hembras de Valle Abajo/Tunillas y Carpintero/Copante/Tablón, estas presentaron una fuerte tendencia a ser más simétricas que el resto de poblaciones estudiadas.

11. Recomendaciones

1. Replantear las actuales estrategias de control que están siendo aplicadas, incluyendo, en las áreas en las que se han reportado reinfestaciones, dos rociamientos anuales con el fin de evitar las reinfestaciones por poblaciones residuales del vector.
2. En los casos en que no se aplique insecticida al 100% de las viviendas, llevar un monitoreo constante para evitar que en el caso de que existan poblaciones que no se puedan detectar previamente a la aplicación del insecticida (por bajas densidades o mala búsqueda) estas no se conviertan en un foco de reinfestación para las viviendas tratadas.
3. Realizar búsquedas sistemáticas de poblaciones silvestres del vector en los alrededores de las localidades que presenten reinfestaciones, con el fin de estudiar otras posibles fuentes de reinfestación.
4. Mejorar la colecta, ordenación e ingreso de material biológico con el fin de mejorar los tamaños de muestra
5. Efectuar en las aldeas estudiadas una nueva búsqueda del vector para poder realizar análisis de asimetrías morfométricas, con el fin de observar si en las nuevas generaciones del insecto se presenta un aumento en la asimetría fluctuante por el efecto de la aplicación del insecticida
6. Realizar estudios más completos en los casos de las hembras de Valle Abajo/Tunillas y Carpintero/Copante/Tablón, para aclarar el comportamiento de estas poblaciones.

12. Bibliografía

Acevedo, F. Godoy, E. Schofield, C.J. 2000. *Comparison of Intervention strategies for control of Triatoma dimidiata in Nicaragua*. Mem Inst Oswaldo Cruz, Vol. 95(6): 867-871.

Borges, E. Dujardin, J.P. Schofield, C.J. Romanha, A. Diotaiuti, L. 2000. *Genetic Variability of Triatoma brasiliensis (Hemiptera: Reduviidae) Populations*. J. Med. Entomol. 37(6): 872-877.

Borror, D.J. Triplehorn, C. A. Johnson, N.F. 1989. *An introduction to the study of Insects*. 6 ed. Saunders College Publishers. USA. 875 pp.

Bustamante, DM. 2001. *Comparación Morfométrica de Poblaciones Mesoamericanas del insecto vector de la Enfermedad de Chagas, Triatoma dimidiata (Latreille) 1811 (Hemiptera: Reduviidae: Triatominae)*. Informe Final Ejercicio Profesional Supervisado, Escuela de Biología, Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala. 29 pp.

Bustamante, DM. Monroy, C. Menes, M. Rodas, A. Salazar-Schettino, PM. 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*. J. Med. Entomol. 41(3): 296-301.

Calderón, C. 2002. Variabilidad genética de Triatoma dimidiata (Latreille 1811) en tres poblaciones silvestres del Atlántico y tres poblaciones domésticas del Pacífico de Guatemala, utilizando la técnica de amplificación aleatoria de ADN polimórfico (RAPD). Informe de Tesis, Escuela de Biología, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala. 74 pp.

Calderon, C, Dorn, P.L., Melgar S., Chávez, J.J. Rodas, A, Rosales, R., and Monroy, C. 2004. A preliminary assessment of genetic differentiation of Triatoma dimidiata (Hemiptera: Reduviidae) in Guatemala by RAPDS-PCR. J. Med Entomol: in press

Calderón Fernández, G. Juárez, P. Monroy, C. Menes, M. Bustamante, D. Mijailovsky, S. 2005. Intraspecific Variability in Triatoma dimidiata (Hemiptera Reduviidae) Populations from Guatemala based on Chemical and Morphometric Analyses. J. Med. Entomol. 42(1): 29-35

Carcavallo, R. Jurberg, J. Lent, H. Noireau, F. Galvão, C. 2000. *Phylogeny of the Triatominae (Hemiptera: Reduviidae) proposals for Taxonomic arrangements*. Editor Dr. José Jurberg. Entomología y Vectores, Rio de Janeiro, Vol. 7 (Supl,1): 1-99.

Casini, C.E. Dujardin, J.P. Martínez, M. Bentos-Pereira, A. Salvatela, R. 1995. *Morphometric differentiation between two geographic populations of Triatoma infestans in Uruguay*. Reserch and Reviews in Parasitology, 55 (1): 25-30.

Darroch, JN; Mossimann, JE. 1985. *Canonical and Principal components of shape*. *Biometrika*, 72: 241-252.

Díaz, L. 2003. *Comparación de la Asimetría entre las poblaciones silvestres y las domésticas del vector de la Enfermedad de Chagas, Triatoma dimidiata (Latreille, 1811)*. Informe Final de Experiencia Docente con la Comunidad, Escuela de Biología, Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala.

Dorn P, Melgar S., Rouzierk V., Gutierrez A., Combe C., Rosales R., Rodas A., Kott S., Salvia D. and Monroy C. 2003, The Chagas vector : *Triatoma dimidiata* (Hemiptera: Reduviidae) is panmictic within and among adjacent villages in Guatemala. *J. Med. Entomol.* 40: 436-440.

Dujardin, JP; Bermudez, H; Schofield, CJ. 1997. *The use of morphometrics in entomological surveillance of sylvatic foci of Triatoma infestans in Bolivia*. *Acta Tropica*, 66: 145-153.

Dujardin J.P, Chavez T, Moreno J.M., Machane M, Noireau F, Schofield C.J. 1999a. *Comparison of isoenzyme electrophoresis and morphometric analysis for phylogenetic reconstruction of the Rhodniini (Hemiptera: Reduviida: Triatominae)*. *J. Med. Entomol.* 36(6): 653-659.

Dujardin, J.P. Panzera, F. Schofield, C.J. 1999b. *Triatominae as a Model of Morphological Plasticity under Ecological Pressure*. *Mem. Inst. Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro*, Vol. 94, Suppl. I: 223-228.

Dujardin, JP. 2000. *Introducción a la Morfometría* (Con énfasis en Phlebotominae y Triatominae). Inédito.

Dujardin, JP; LePont, F. 2000. *Morphometrics of a neotropical sandfly subspecies, Lutzomyia carrerai thula*. *C. R. Acad. Sci. Paris, Life Sciences.* 323: 273-279.

Dujardin, JP; Schofield, CJ; Panzera, F. 2000a. *Les vecteurs de la maladie de Chagas*. (Recherches taxonomiques, biologiques et génétiques). *Academie Royale des Sciences D'Outre-Mer. Bruselas.* 162 pp.

Dujardin, J.P. Panzera, F. Schofield, C.J. 2000. *Triatominae as models for understanding basic evolutionary processes*. *Mem. Inst. Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro*, Vol. 95, Suppl. II, Nov.

Dumonteil, E. 2004. Re-infestation of houses by *Triatoma dimidiata* after Intradomicile insecticide application in the Yucatan Peninsular, Mexico. *Mem Inst Oswaldo Cruz.* 99(3) 253 -256.

Galíndez, I. Torres, E. Matos, E. Araujo, V. Márquez, J. Barazarte, R. Araque, L. Castillo, L. 1997. *Estudio Morfométrico preliminar de Rhodnius robustus Larrouse, 1927 (Hemiptera, Reduviidae, Triatominae), del occidente de Venezuela*. Entomología y Vectores Vol. 4 No.4.

Galvão, C; Jurberg, J; Cunha, V; Pinto de Mello, R. 1995. *Biología do Triatoma nitida Usinger, 1993 em Laboratorio (Hemiptera: Reduviidae)*. Mem. Inst. Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, Vol. 90(5): 657-663, sep/oct

Guhl, F. 2000. *Chagas Disease: Modes of Transmission, Ecological Factors*. WHO, Second Expert Committee on the Control of Chagas Disease, Brasilia.

Jaramillo, N. 2000. *Partición en tamaño y forma de los caracteres métricos y su interés en los estudios poblacionales aplicados a los Triatominae*. Tesis de doctorado. Universidad de Antioquia. Medellín, Colombia.

Jaramillo, N. Dujardin, JP. 2002. *Análisis Morfométrico: significado biológico del tamaño y la conformación*. Colombia. Inédito.

Klingenberg, CP. 1996. *Multivariate allometry*. En LF Marcus, M Conti, A Loy, GJ Naylor, DE Slice (editores). Advances in morphometrics, NATO ASI, Series A: Life Sciences. New York, Plenum Press, Volume 284, pp 23-49.

Lent, H; Jurberg, J. 1985. *Sobre a variação intra-específica em Triatoma dimidiata (Latreille) e T. infestans (Klug) (Hemiptera, Reduviidae, Triatominae)*. Mem.Inst.Oswaldo Cruz, 80 (3): 285-299.

Marcilla, A. Barges, M. Ramsey, J. Magallon-Gastelum, E. Salazar-Schettino, PM. Abad-Franch, F. Dujardin, JP. Schofield, CJ. 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*. Mol. Phylogenet. Evol. 18: 136-142.

Menes, Marianela. 2004. *Morfometría de poblaciones de Triatoma dimidiata Latreille (Hemiptera: Reduviidae) de México, Centro América y Colombia: Efecto de la procedencia Geográfica y el Ecotopo*. Informe de Tesis. Escuela de Biología, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, Universidad de San Carlos de Guatemala.

Moller, A; Swaddle, J. 1997. *Assymetry, developmental stability, and evolution*. Oxford University Press, Oxford. 291 pp.

Monroy, C. 1992. *Vectores de la Enfermedad de Chagas en Guatemala*. En K Ogata (editor), Informe Anual No. 1(GJET-1) del Proyecto de Cooperación Guatemala Japón para la Investigación de Enfermedades Tropicales. JICA, Guatemala, 128 pp.

Monroy, C; Mejía, M; Rodas, A. 1994. *Ecología Intradomiciliar de Rhodnius prolixus, Triatoma dimidiata y Triatoma nítida*. Enfermedades Tropicales en Guatemala 94. Informe anual No. 3 del Proyecto de Cooperación Guatemala-Japón para la Investigación de Enfermedades Tropicales. JICA. Guatemala. Págs. 104-109

Monroy C., Mejia M., Rodas A., Rosales R., Horiao M., Tabaru Y. 1998. Comparison of indoor searches with whole house demolition collections of the vectors of Chagas disease and their indoor distribution. *Med. Entomol. Zool.* 49: 195-200

Monroy, C. Bustamante, D. Rodas, A. Rosales, R. Mejía, M. Tabaru, Y. 2003a. *Geographic Distribution and Morphometric Differentiation of Triatoma nitida Usinger 1939 (Hemiptera: Reduviidae: Triatominae) in Guatemala*. Mem Inst Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, Vol. 98(1): 37-43.

Monroy, M. 2003b. Ecology and Control of Triatomine (Hemiptera:Reduviidae) Vectors of Chagas Disease in Guatemala, Central America. Act Universitatis Upsaliensis. Comprehensive summaries of Uppsala Dissertations from the faculty of science and Technology 895. Uppsala. 22 pp..

Monroy C., Marroquín R., Rodas A., Rosales R. and Jaenson T. 2004. Mobility and colonization capacity of *Triatoma ryckmani* in artificial environments in the semiarid region of Guatemala. *Acta Tropica*

Nakagawa, J., Juarez, J., and Marroquín, L. 2002. Evaluation Report of the Chagas disease Control project in Guatemala. Ministry Of Health. 15 pp

Nakagawa, J. Hashimoto, K. Cordon-Rosales, C. Juárez, J. Trampe, R. Marroquín, L. 2003a. *The impact of vector control on Triatoma dimidiata in the Guatemalan department of Jutiapa*. *Annals of Tropical Medicine & Parasitology*, Vol. 97, No. 3, 289-298.

Nakagawa, J. Cordon-Rosales, C. Juárez, J. Itzep, C. Nonami, T. 2003b. *Impact of Residual Spraying on Rhodnius prolixus and Triatoma dimidiata in the Department of Zacapa in Guatemala*. Mem Inst Oswaldo Cruz, Vol. 98(2): 277-281.

Nakagawa, J. Juarez, J. Marroquin, L. 2003c *Evaluation Report of the Chagas disease Control project in Guatemala*. Ministry Of Health. 15 pp.

Noireau, Francois. Flores, R. Gutiérrez, T. Dujardin, JP. 1997. *Detection of sylvatic dark morphs of Triatoma infestans in the Bolivian Chaco*. Mem. Inst. Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, Vol. 92(5): 583-584.

OMS. 1991. *Control de la Enfermedad de Chagas*. Serie de Informes Técnicos 811, Organización Mundial de la Salud, Ginebra, 102 pp.

OPS. 2000. *Segunda reunión de la comisión intergubernamental del a iniciativa de Centroamérica y Belice para la interrupción de la transmisión vectorial de la*

Enfermedad de Chagas por Rhodnius prolixus, disminución de la infestación domiciliar por Triatoma dimidiata y la eliminación de la transmisión transfusional del Trypanosoma cruzi. OPS/HCP/164/00.

OPS. 2002. *Taller para el establecimiento de pautas técnicas en el control de Triatoma dimidiata*. Document OPS/HCP/HCT/214/02. Washington, DC: PAHO.

Palmer, A; Strobeck, C. 1986. *Fluctuatin Asymmetry (Measurement, Analysis, Patterns)*. Ann. Rev. Ecol. Syst. 17: 391-421.

Ordoñez, P. 2002. *Caracterización de poblaciones de Triatoma dimidiata (Hemiptera: Reduviidae, Triatominae) mediante perfiles de Hidrocarburos cuticulares de alas*. Informe de Tesis, Escuela de Química, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia. Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.

Panzer, F. Hornos, S. Pereira, J. Cestau, R. Canale, D. Diotaiuti, L. Dujardin, JP. Perez, P. 1997. *Genetic variability and geographic differentiation among three species of Triatominae bugs (Hemiptera: Reduviidae)*. Am. J. of Tropical Medicine & Hygiene 57(6): 732-739.

Pinto Soares, R.P. Barbosa, S.E. Dujardin, J.P. Schofield, C.J. Moura, A. Diotaiuti, L. 1999. *Characterization of Rhodnius neglectus from two regions of Brazil using isoenzymes, genitalia morphology and morphometry*. Mem Inst Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, Vol. 94(2): 161-166, Mar./Apr.

Rohlf, J. 1990. *Morphometrics*. Rev. Ecol. Syst. Department of Ecology and Evolution, State University of New York, USA.

Rohlf, J. Marcus, L. 1993. *A Revolution in Morphometrics*. Trends in Ecology and Evolution. Vol. 8, No. 4. 129-132.

Rohlf, J. 2001. tpsDig, version 1.27. Ecology and Evolution. State University of New York, Stony Brook, NY.

Schofield, C.J; 1994. *Triatominae. (Biología y Control)*. Trad. S. Tims y C.J. Schofield. Eurocommunica Publications. Reino Unido. 80 pp.

Schofield, C.J; Dujardin, J.P; Jurberg, J. 1996. *Proceedings of the International Workshop on Population Genetics and Control of Triatominae (Taller Internacional sobre Genética Poblacional y Control de Triatómíneos)*. Santo Domingo de los Colorados, Ecuador (24-28/9/1995). INDRE. México. 116 pp.

Schofield, CJ. Diotaiuti, L. Dujardin, JP. 1999. *The Process of Domestication in Triatominae*. Mem. Inst. Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, Vol. 94(1): 375-378.

Schofield, CJ. 2000. *Challenges of Chagas Disease Vector Control in Central America*. WHO/CDS/WHOPES/GCDPP/2000.1. 36 pp.

Schofield, CJ. 2001. Field Testing and Evaluation of Insecticides for Indoor Residual Spraying Against Domestic Vectors of Chagas Disease. Document WHO/CDS/WHOPES/GCDPP/2001.1. Geneva: WHO.

Sherlock, I. 2000. *Vetores*. En Brener, Z. Andrade, Z, Barral-Netto, M. (editores). *Trypanosoma cruzi* e doença de Chagas. 2 ed. Guanabara Koogan, Rio de Janeiro. 431 pp.

Siegel, S. Castellan, NJ. 1988. *Nonparametric statistics for the behavioral sciences*. 2d ed. Mc Graw-Hill Book Company. USA. 399 pp.

Solis-Mena, S. 2000. Genetic Variability and Morphometrics of *Triatoma dimidiata* (Latreille, 1811) geographical populations. London School of Hygiene and Tropical Medicine. Londres. 17 pp.

SPSS ® Base 10.0 *Applications Guide*. 1999. SPSS Inc. USA. 426 pp.

Tabaru Y, Monroy C, Rodas A, Mejia M, Rosales R. 1999. *The geographical distribution of vectors of Chagas disease and populations at risk in Guatemala*. Med Entomol Zool 50:3-8

WHO 1990. *Tropical disease 1990*. Geneva: World Health Organization, mimeographed document TDR/CTP/HH90.1.

WHO 1991. *Control of Chagas disease*. Technical Report Series 811. Geneva: World Health Organization.

World Bank. 1993. *World Development Report 1993 Investing in Health*. Oxford University Press, New York. 329 pp.

Zeledón, R. 1981. *El Triatoma dimidiata (Latreille, 1811) y su relación con la Enfermedad de Chagas*. EUNED. San José, Costa Rica. 164 pp.