

**VARIACIÓN DEL FENOTIPO ANTENAL DE POBLACIONES DEL DOMICILIO,  
PERIDOMICILIO Y SILVESTRE DE *Triatoma dimidiata* (HEMIPTERA:  
REDUVIIDAE) EN UN ÁREA ENDÉMICA DE SANTANDER, COLOMBIA**

**CORINA MARIA ARROYO ROA**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE CIENCIAS  
ESCUELA BIOLOGIA  
BUCARAMANGA  
2005**

**VARIACIÓN DEL FENOTIPO ANTENAL DE POBLACIONES DEL DOMICILIO,  
PERIDOMICILIO Y SILVESTRE DE *Triatoma dimidiata* (HEMIPTERA:  
REDUVIIDAE) EN UN ÁREA ENDÉMICA DE SANTANDER, COLOMBIA**

**CORINA MARIA ARROYO ROA**

**PROYECTO DE GRADO. TRABAJO DE INVESTIGACIÓN**

**Director de Proyecto**  
**VICTOR ANGULO**  
Médico. MSc

**Coodirectoras**  
**LYDA ESTEBAN**  
Bióloga  
**SILVIA CATALÁ**  
Bióloga. PhD

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE CIENCIAS  
ESCUELA BIOLOGIA  
BUCARAMANGA  
2005**

## **AGRADECIMIENTOS**

A COLCIENCIAS por el apoyo financiero

A Jean Pierre Dujardin por su valiosa asesoría y colaboración en el análisis de datos.

A la comunidad de Macaravita y Capitanejo y técnicos de la secretaria de Salud de Santander por la colaboración en el trabajo de campo.

A mis directores Victor Angulo, Lyda Esteban y especialmente a Silvia Catalá por la asesoría e introducción en el mundo de las antenas de los triatominos.

A Henry Suárez por la colaboración en el análisis multivariado.

Y a Katerine Luna por el apoyo durante mi formación en los últimos cuatro años en el CINTROP.

## CONTENIDO

	<b>Pág.</b>
INTRODUCCIÓN	14
1. JUSTIFICACIÓN	17
2. OBJETIVOS	19
2.1. OBJETIVO GENERAL	19
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	19
3. PLANTEAMIENTO DE HIPÓTESIS	20
4. MATERIALES Y MÉTODOS	21
4.1. ÁREA DE ESTUDIO	21
4.3. INSECTOS	22
4.4. PREPARACIÓN DE LA ANTENA	25
4.5. IDENTIFICACIÓN Y CONTEO DE SENSILLA	25
4.6. ANÁLISIS NUMÉRICO	26
4.7. ANÁLISIS ESTADÍSTICOS	26
5. RESULTADOS	28
5.1. CARÁCTERÍSTICAS GENERALES DE LA ANTENA	28
5.2. DIMORFISMO SEXUAL	31
5.3. COMPARACIÓN ENTRE HÁBITAT	32
6. DISCUSIÓN	38

6.1. DIMORFISMO SEXUAL	38
6.2. VARIACIÓN ENTRE HÁBITAT	41
BIBLIOGRAFIA	46
ANEXO	56

## LISTA DE TABLAS

	<b>Pág.</b>
<b>Tabla 1.</b> Media (mm) y <i>desviación estándar</i> (mm) del número de sensilla y la longitud de cada segmento antenal de <i>T. dimidiata</i> .	29
<b>Tabla 2.</b> Distancia de Mahalanobis ( $d^2$ ) y valores de significancia (p), obtenidos del análisis discriminante, mostrando el dimorfismo sexual de <i>T. dimidiata</i> en todo la población de estudio y dentro de cada hábitat	32
<b>Tabla 3.</b> Distancia de Mahalanobis ( $d^2$ ) y valores de significancia (p) obtenidos del análisis discriminante de hembras de <i>T. dimidiata</i> en las poblaciones de estudio	35
<b>Tabla 4.</b> Distancia de Mahalanobis ( $d^2$ ) y valores de significancia (p) obtenidos del análisis discriminante de hembras de <i>T. dimidiata</i> en las poblaciones de estudio con individuos de vivienda urbana	36
<b>Tabla 5.</b> Distancia de Mahalanobis ( $d^2$ ) y valores de significancia (p) obtenidos del análisis discriminante de hembras de <i>T. dimidiata</i> en el primer segmento antenal	37

## LISTA DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
<b>Figura 1.</b> Media, error y desviación estándar de la densidad de sensilla en machos y hembras de toda la población de estudio	30
<b>Figura 2.</b> Correlación de la densidad de sensilla totales y la longitud total antenal en machos y hembras de <i>T. dimidiata</i>	30
<b>Figura 3.</b> Media, error y desviación estándar del número de TPF de machos y hembras de toda la población de estudio	31
<b>Figura 4.</b> Media, error y desviación estándar de los TPG del flagelo uno de hembras de <i>T. dimidiata</i> , en cada población. D: domicilio, P: peridomicilio, S: silvestre (cueva).	33
<b>Figura 5.</b> Análisis discriminante de hembras de <i>T. dimidiata</i> colectados en diferentes hábitat. D: domicilio, P: peridomicilio, S: silvestre (cueva). DF1 y DF2 función discriminante 1 y 2 respectivamente	34
<b>Figura 6.</b> Análisis discriminante de hembras de <i>T. dimidiata</i> incluyendo individuos de vivienda urbana (VU). D: domicilio, P: peridomicilio, S: silvestre (cueva). DF1 y DF2 función discriminante 1 y 2 respectivamente	35
<b>Figura 7.</b> Análisis discriminante (no significativo) de machos de <i>T. dimidiata</i> colectados en diferentes hábitats. D: domicilio, P: peridomicilio, S: silvestre (cueva). DF1 y DF2 función discriminante 1 y 2 respectivamente	37

## LISTA DE FOTOGRAFÍAS

	<b>Pág.</b>
<b>Foto 1.</b> Vivienda característica de la zona de estudio, de tapia y bahareque donde fueron capturados los triatominos domiciliados.	22
<b>Foto 2.</b> Peridomicilio característico de las viviendas del área rural de Macaravita. Estructura llamada caney donde reposan las cabras y otros animales de pastoreo	23
<b>Foto 3.</b> Hábitat silvestre de cueva formado por piedras calizas, mostrando la trampa con cebo vivo de gallina	24
<b>Foto 4.</b> Pedicelo antenal de <i>T. dimidiata</i> en lado ventral mostrando los cuatro tipos de sensilla estudiados. TPF: tricoidea de pared fina, TPG: trocoide de pared gruesa, BS: basicónico y BR: Bristles	26

## RESUMEN

**TITULO:** Variación del fenotipo antenal de poblaciones del domicilio, peridomicilio y silvestre de *Triatoma dimidiata* (Hemiptera: Reduviidae) en un área endémica de Santander, Colombia\*

**AUTOR:** Corina María Arroyo Roa\*\*

**PALABRAS CLAVES:** *Triatoma dimidiata*, antena, sensilla, hábitat, dimorfismo sexual, enfermedad de Chagas, Colombia.

*Triatoma dimidiata* es uno de los vectores más importantes del agente causante de la enfermedad de Chagas en Colombia, su amplia distribución, comportamiento ecléctico y su gran variedad de hábitats, dificulta la efectividad de los programas de control y vigilancia. La adaptación de los triatominos a diferentes hábitats incluyen una serie de simplificaciones morfológicas y de comportamiento; su conocimiento y comprensión podrían aportar al diseño de nuevas metodologías para el desarrollo de estos programas. El objetivo del estudio fue caracterizar el fenotipo antenal de poblaciones de *T. dimidiata* colectados en diferentes hábitats. La identificación y conteo de tres quimiorreceptores y un mecanorreceptor sobre la cara ventral en los tres segmentos distales antenales fue analizada en 60 individuos adultos de *T. dimidiata* de diferentes hábitats, análisis univariados y

multivariados fueron realizados. Los machos mostraron mayor número de sensilla con un aumento significativo de TPF y el dimorfismo sexual fue menor en el hábitat domicilio. Los análisis multivariados mostraron diferencias entre las poblaciones de las hembras relacionadas con los TPG, así como un aumento de los TPF en hábitats cercanos al domicilio humano fue observado. El fenotipo antenal de sensilla fué útil en la diferenciación intraespecífica de *T. dimidiata* en diferentes hábitats. Las diferencias en hembras ponen de manifiesto nuevos arreglos sensoriales para la explotación del hábitat a diferencia de los machos que por su mayor capacidad de dispersión no presentaron diferencias entre ecotopos. La similitud entre hembras de zona urbana, con hembras de peridomicilio rural permiten proponer al fenotipo antenal como un sencillo y eficiente indicador para el reconocimiento del origen de triatomíneos que intentan colonizar nuevos hábitats.

\* Proyecto de Investigación

\*\* Facultad de Ciencias. Escuela de Biología.

## ABSTRACT

**TITLE:** Antennal phenotype variation in sylvatic, peridomestic and domestic populations of *Triatoma dimidiata* (Hemiptera: Reduviidae) from an endemic zone of Santander, Colombia.\*

**AUTOR:** Corina María Arroyo Roa\*\*

**KEYS WORDS:** *Triatoma dimidiata*, antennae, sensilla, habitats, sexual dimorphism, Chagas disease Colombia

*Triatoma dimidiata* is one of the most important vectors of the agent cause the Chagas disease in Colombia. The effectiveness of the control and monitoring programs in *T. dimidiata* are very difficult due to its wide range distribution, eclectic behaviour and utilized a great variety of habitats. The adaptation of the triatomins to different habitats involves a series of morphologic and behaviour simplifications. knowledge and understanding could contribute to the design of new methodologies for the development of these programs. The objective was to evaluate the antennal phenotype the populations of *T. dimidiata* collected in different habitats. 60 adult individuals of *T. dimidiata* the different habitats were studied. We evaluated three quimiorreceptores and one mechanoreceptor in the ventral side of the three distal segments of the antennae. Univariate and multivariate analyses were done. The

males showed more number of sensilla than females. We observed a significant increase of TPF in males. Also, the sexual dimorphism was smaller at the domestic habitat. Female populations showed significant differences in the TPG, the higher number of TPF in habitats near the human domicile was observed. The antennal phenotype of sensilla could differentiate *T. dimidiata* individuals from different habitats. The differences showed by females suggest that new sensorial adjustments to use these habitats. While the males by their capacity of dispersion not showed differences among ecotopos. The similarity between females from urban zone, with females from rural peridomestic they allow to propose to the antennal phenotype like a simple and efficient indicator for the recognition the origin of the triatomines that colonize new habitats.

\* Proyecto de Investigación

\*\* Facultad de Ciencias. Escuela de Biología

## INTRODUCCIÓN

Los triatominos (Hemiptera: Reduviidae) son una subfamilia de vectores del parásito *Trypanosoma cruzi* agente causante de la enfermedad de Chagas; uno de los problemas de salud pública en América Latina (WHO, 2001).

*Rhodnius prolixus* y *T. dimidiata* son los vectores más importantes de esta enfermedad en Colombia. Se estima que el 5% de la población está infectada y alrededor de 3.500.000 personas se encuentran bajo riesgo de adquirirla y su distribución corresponde a la de los insectos vectores (Gulh *et al.* 2003). La amplia distribución de *T. dimidiata* y su capacidad de colonizar hábitats domiciliarios y extradomiciliarios causa dificultad en el control en América central, Ecuador y Colombia (Schofield, 2000). En éste último *T. dimidiata* se ha encontrado en una gran variedad de hábitats y su distribución ha aumentado de cuatro a trece departamentos en las últimas décadas (Angulo & Sandoval 2002; Corredor *et al.* 1990) Mapa 1. Los programas de control y vigilancia de *T. dimidiata* en el área rural de Macaravita y Capitanejo en Santander han reportado la infestación pos-tratamiento con insecticidas piretroides hasta un 25% (Angulo & Sandoval 2002) y mayor a 30% en El Hatillo y Espinal en Boyacá (Turriago, 2005). Esta reinfestación junto con el reporte de viviendas incidentes sugiere el desplazamiento de individuos de *T. dimidiata* en estas zonas, probablemente de poblaciones residuales que no fueron alcanzadas por la acción insecticida o de

poblaciones peridomiciliarias y/o silvestres que puedan estar incursionado eventualmente en el domicilio humano. Adicionalmente la infestación en viviendas de zona urbana de Macaravita y Capitanejo, han sido reportadas (Angulo, 2005; Marinkelle, 1972), como en otras área urbanas de Tegucigalpa, San José, Guayaquil y Mérida (Angulo *et al.* 1999; Dumontiel *et al.* 2002; Zeledón, 1973; Zeledón *et al.* 1973; 2001; 2005).

Pocos estudios de poblaciones de *T. dimidiata* en Colombia se han realizado, los análisis de la estructura genética con RAPDS de poblaciones domiciliadas, peridomiciliadas y silvestres de Boavita Boyacá (Ramírez *et al.* 2005), sugieren una baja diferenciación genética entre las poblaciones, indicando que las poblaciones no domiciliadas representan un riesgo epidemiológico en la transmisión de la enfermedad.

El éxito de los programas de control de *T. infestans* en países del cono sur y de *R. prolixus* en Colombia y Venezuela, se debe en parte a los conocimientos obtenidos sobre la historia natural y genética de poblaciones; lo que hace necesario generar conocimientos sobre la biología, ecología, comportamiento y adaptación de *T. dimidiata* a diferentes hábitats, que pueden ayudar a una mejor planificación de acciones de control vectorial.

Los estudios morfológicos del fenotipo antenal, hidrocarburos cuticulares, morfometría y los estudios moleculares de RAPDS, han mostrado una alta

variación intraespecífica de poblaciones de *T. dimidiata* en México y Centro América (Bustamante *et al.* 2004; Calderón *et al.* 2005; Catalá *et al.* 2005; Lehmann *et al.* 2005).

Los patrones de sensilla antenales en insectos reflejan modificaciones de los patrones ancestrales por la adaptación a diferentes hábitats y hospederos, como se ha demostrado en *T. infestans* y varias especies de triatominos, la densidad de sensilla antenal disminuye progresivamente en especies que viven en “hábitats estables”, como la vivienda humana (Catalá *et al.* 2005; Catalá & Dujardin, 2001; Catalá, 1997).

En este trabajo se propone la utilización de una herramienta morfológica cuantitativa, el análisis del fenotipo antenal, para estudiar la adaptación de *T. dimidiata* a hábitats de diferente complejidad. Además de la importancia de conocer la variación ecológica y evolución morfológica de los triatominos, este estudio puede aportar indicadores útiles para los programas de control vectorial.

## 1. JUSTIFICACIÓN

En el departamento de Santander el CINTROP de la UIS en conjunto con TDR-OMS adelantan estudios que involucran el control químico en una zona altamente infestada por *T. dimidiata*, los resultados preliminares han demostrado su presencia en viviendas posterior al tratamiento. Debido a que *T. dimidiata* es una especie que presenta un comportamiento ecléctico y una elevada valencia ecológica, ocupando una gran variedad de ecotopos silvestres en su área de distribución (Jaramillo & Abad-Franch, 2000), es posible que poblaciones del peridomicilio o silvestres estén ingresando a los domicilios; o que se trate de poblaciones residuales al tratamiento químico. De manera general, en Colombia se han realizado pocos estudios en esta especie por lo que es indispensable iniciar trabajos que aporten al conocimiento de la biología, ecología y comportamiento, utilizando herramientas de fácil acceso, sensibles y de bajo costo como el patrón de sensilla, las cuales han sido usadas ampliamente en el estudio de triatominos. (Carbajal de la Fuente & Catalá 2002; Catalá *et al.* 2004; Catalá & Dujardin, 2001; Dujardin *et al.* 1997).

Este estudio propone la aplicación de marcadores fenéticos como el patrón de sensilla antenales para la caracterización de poblaciones de *T. dimidiata* de diferentes hábitats. Los patrones sensoriales ayudan a revelar tendencias generales en las poblaciones, lo cual es de importancia epidemiológica,

permitiendo la designación de programas de control vectorial y en el conocimiento de la variación ecológica y evolución morfológica de los triatomíneos (Dujardin *et al.* 1999; WHO, 1991).

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 OBJETIVO GENERAL**

Caracterizar el patrón de sensilla antenal de poblaciones del domicilio, peridomicilio y silvestres de *T. dimidiata* en un área endémica de Colombia.

### **2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Describir el patrón de sensilla antenal de *T. dimidiata*
- Analizar la relación entre la longitud de la antena y la densidad de receptores.
- Comparar el patrón de sensilla de poblaciones del domicilio, peridomicilio y silvestre.
- Determinar el dimorfismo sexual en las poblaciones de estudio.

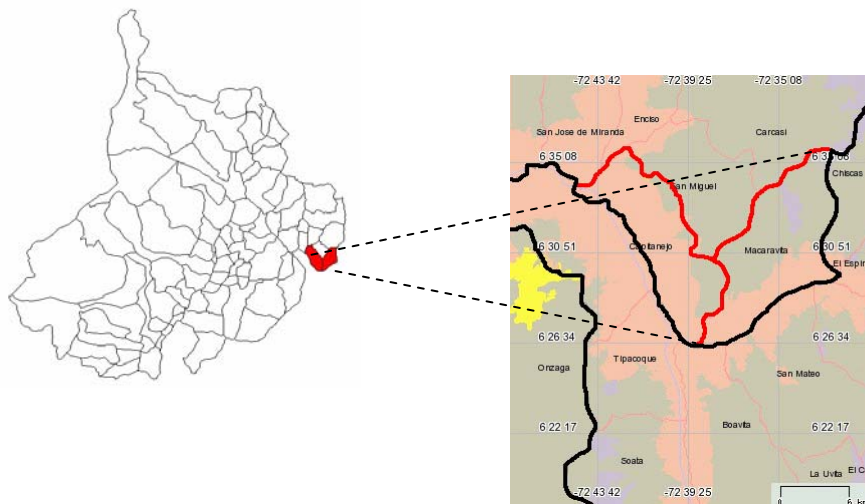
### 3. PLANTEAMIENTO DE HIPÓTESIS

Schofield (1998) propuso la adaptación de los triatominos a hábitats estables, incluyendo una serie de simplificaciones morfológicas y de comportamiento, las cuales podrían indicar la probabilidad de cada especie de colonizar viviendas humanas. La simplificación sensorial está unida a tales cambios y esto ha sido demostrado en especies que viven en una gran variedad de hábitats menos estables, que tienen mas tipos y mas alto número de sensilla en el pedicelo de la antena que aquellas que viven en un rango de hábitat mas estrecho o estable (Carbajal de la fuente & Catalá 2002; Catalá, 1996; 1997; Gracco & Catalá, 2000). Los patrones de sensilla antenal pueden ser indicadores de la adaptación de los triatominos a hábitats de diferente complejidad y estabilidad; por lo tanto este trabajo postula:

*Ho: “Que existen diferencias en la densidad y distribución de sensilla entre las poblaciones de T. dimidiata del domicilio, peridomicilo y silvestre, en una zona endémica de Santander”*

## 4. MATERIALES Y MÉTODOS

### 4.1. ÁREA DE ESTUDIO.



El estudio se realizó entre los años 2003-2004 en áreas rurales de los municipios de Macaravita y Capitanejo del departamento de Santander, ubicados sobre la cordillera oriental colombiana. El área está localizada entre los 1090 a 2500 msnm, 6°31' a 6°27' de latitud Norte y 72°35' a 72°42' de longitud Oeste, con temperaturas entre 12-25°C, en la zona de influencia del Cañón del Chicamocha y los ríos Nevado, Servitá y otras corrientes menores. Las zonas de vida predominante son bosque seco premontano y bosque húmedo montano bajo con precipitación 857-1064mm promedio anual (datos IDEAM, corrientes Nevado y Chicamocha 2003-2004). El paisaje se caracteriza por el relieve montañoso quebrado y escarpado, con parches de bosque secundario y por la presencia de

formaciones rocosas de piedra caliza y vegetación xerofítica hacia la parte baja del cañón. Las actividades económicas de mayor importancia son la agricultura y la ganadería, principalmente cultivos de tabaco y la cría de cabras y animales de pastoreo.

#### **4.2. INSECTOS.**

Se colectaron en el dormitorio (D), en estructuras peridomésticas de viviendas rurales y los biotopos silvestres localizados hasta 300m de distancia de estas. La mayoría de las viviendas son tipo intermedio según la clasificación de OMS, con paredes y pisos en tierra o ladrillo, techos de teja de barro sostenidos en entramado de caña-barro, poca iluminación y presencia de animales domésticos. (Foto 1).

Foto 1. Vivienda característica de la zona de estudio, de tapia y bahareque donde fueron capturados los triatominos domiciliados.



Se consideró peridomicilio (P) el área que circunda a la vivienda humana y en el cual el hombre desarrolla sus actividades domésticas y miniproductivas. Se incluyeron en esta categoría, corrales de animales, hornos de barro y pequeñas construcciones abiertas de bahareque y caña (caney), utilizados para almacenar tabaco, elementos de trabajo y como lugares de reposo para gallinas, cabras y ganado vacuno (Foto 2).

Foto2. Peridomicilio característico de las viviendas del área rural de Macaravita. Estructura llamada caney donde reposan las cabras y otros animales de pastoreo.



Las capturas se hicieron a través de la búsqueda activa con ayuda de la comunidad, utilizando pinzas metálicas. Para la captura de los triatominos silvestres (S) se utilizaron trampas con cebo vivo de gallina, (Angulo VM, datos sin

publicar) las cuales fueron dejadas en cuevas por un periodo de 12 horas/noche (Foto 3).

Foto 3. Hábitat silvestre de cueva formado por piedras calizas, mostrando la trampa con cebo vivo de gallina.



Todos los insectos colectados fueron almacenados (vivos) en tarros plásticos y etiquetados con datos de localidad y fecha del sitio de captura; para ser enviados a laboratorio. Un total de 60 individuos adultos de *T. dimidiata* de ambos sexos con sus antenas completas fueron seleccionados. En cada hábitat, 10 machos y 10 hembras se incluyeron en los análisis univariados y multivariados.

Adicionalmente cuatro hembras capturadas en el cielo raso de una vivienda urbana (VU) del municipio de Macaravita, fueron analizadas.

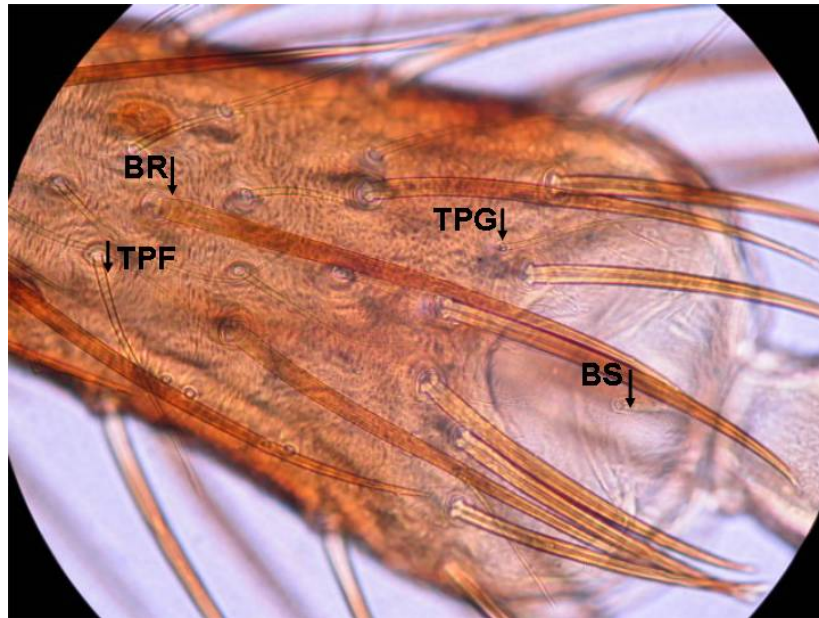
#### **4.3. PREPARACIÓN DE LA ANTENA.**

Una antena por insecto fue cortada a nivel del escapo desde el tubérculo antenífero en la cabeza y almacenada en alcohol 70%. Posteriormente cada antena fue sumergida con hidróxido de sodio 4% durante 6 horas 60°C para la diafanización de la cutícula, luego neutralizada con ácido acético 5% 2 minutos y montada en lámina portaobjetos con glicerina 87% para el examen en microscopio óptico de luz.

#### **4.4. IDENTIFICACIÓN Y CONTEO DE SENSILLA.**

Se realizó en la cara ventral de los tres segmentos distales de la antena: pedicelo (P) y flagelos 1 y 2 (F1 y F2), utilizando un microscopio (Nikon E400, 40X) conectado a un tubo de dibujo (Nikon y-IDT). El análisis incluyó tres quimiorreceptores: tricoide de pared fina (TPF), tricoide de pared gruesa (TPG), basicónico (BA) y un mecanorreceptor bristles (BR) de acuerdo a (Catalá & Schofield, 1994). Foto 4.

Foto 4. Pedicelo antenal de *T. dimidiata* en lado ventral mostrando los cuatro tipos de sensilla estudiados. TPF: tricoidea de pared fina, TPG: trocoide de pared gruesa, BS: basicónico y BR: Bristles.



#### 4.5. ANÁLISIS NUMÉRICO.

Se usaron las variables continuas: longitud de cada uno de los segmentos antenales y discretas: el número de sensilla que cubrían estos segmentos. Las medidas fueron tomadas con estereoscopio (Olympus SZ40, 2X) previamente calibrado con micrómetro ocular de 1cm y 100 micras de graduaciones.

#### 4.6. ANÁLISIS ESTADÍSTICO.

Se obtuvieron las medias y las desviaciones estándar del número de sensilla de cada tipo morfológico por cada segmento antenal. Un análisis de correlación fue

aplicado entre el número de sensilla y la longitud total de la antena. Mediante el tests de Levene se determinó la homogeneidad de las varianzas y posteriormente se aplicó un ANOVA para la comparación entre grupos y una prueba de t para la comparación entre sexos; con previa transformación de los datos en logaritmo natural. En las variables que mostraron heterocedasticidad se usaron pruebas no paramétricas de Kruskal Wallis y U Mann Withney (Sokal & Rohlf, 1997). Para reducir el error experimental, el valor de significancia de las comparaciones fue corregido usando el test del método secuencial de Bonferroni (Sokal & Rohlf, 1997).

En el análisis multivariado se realizó un análisis discriminante para cada sexo y segmento antenal; usando el programa STATISTICA versión 6. Este análisis fue hecho con base en el modelo discriminante forward stepwise en el cual todas las variables son incluidas en el modelo y sobre el mismo en cada paso, la variable que menos contribuyó a la predicción de los miembros del grupo fue eliminada. La significancia en las distancias de Mahalanobis ( $d^2$ ) fueron probadas por análisis no-paramétricos (1000 permutaciones) usando el programa PADWIN versión 65 (JP Dujardin, programa disponible en <http://www.mpl.ird.fr/morphometrics>) y NTSYS versión 2.02

## 5. RESULTADOS

### 5.1. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA ANTENA

Los promedios y la desviación estándar de la longitud de cada segmento se muestran en el cuadro 1.

Los machos presentaron antenas más largas y con mayor cantidad de sensilla que las hembras, con un promedio de 12,04mm; 1170,77 sensilla y 11,85mm 922,07 sensilla respectivamente (Figura 1). Entre las hembras diferencias significativas ( $p = 0,0014$ ) se observaron en la longitud de la antena para cada hábitat. Las más largas correspondieron a insectos capturados en domicilio y silvestre. No se observó correlación del número de quimiorreceptores con la longitud total antenal ( $n = 60$ ,  $r = 0,05$   $p = 0,701$ ). Figura 2. El pedicelo fue el segmento más largo y el mayor número de sensilla se presentó en el flagelo uno para hembras y en el pedicelo en machos.

Tabla 1. Media (mm) y *desviación estándar* (mm) del número de sensilla y la longitud de cada segmento antenal de *T. dimidiata*.

Hábitat	Sex	Longitud			Pedicelo				flagelo 1				flagelo 2				sensilla totales
		p	f1	f2	pRB	pTPF	pTPG	pBS	f1RB	f1TPF	f1TPG	f1BS	f2RB	f2TPF	f2TPG	f2BS	
Domicilio	♀	4,6	4,0	3,3	67,0	170,0	62,2	8,9	16,6	71,7	250,2	42,2	11,0	20,2	188,8	36,7	945,5
		0,2	0,2	0,2	5,7	49,5	21,0	3,0	3,2	22,9	32,2	12,3	3,0	6,3	59,5	10,6	141,3
	♂	4,6	3,9	3,3	68,3	302,6	56,9	10,0	19,2	113,5	231,2	47,7	11,8	28,4	218,9	45,5	1154,0
		0,3	0,3	0,2	12,0	78,0	12,5	2,2	4,5	24,1	38,5	13,8	2,9	5,7	30,1	11,4	171,3
peridomicilio	♀	4,4	3,8	3,2	71,2	146,7	47,6	8,3	19,1	57,5	262,3	34,2	11,8	20,0	227,0	42,2	947,9
		0,2	0,2	0,3	8,3	27,9	14,0	2,4	3,1	11,5	30,7	9,6	2,1	5,8	22,7	13,5	56,5
	♂	4,6	3,9	3,4	65,5	363,0	69,5	8,9	17,3	104,7	231,4	39,3	11,7	28,9	213,8	42,0	1196,0
		0,2	0,2	0,2	11,5	50,3	14,5	2,6	4,6	38,9	34,5	14,6	2,2	8,0	41,5	6,7	146,9
Silvestre	♀	4,6	3,9	3,5	71,1	164,4	58,2	8,7	15,6	54,6	216,8	28,8	10,6	21,1	186,5	36,4	872,8
		0,2	0,2	0,3	8,3	39,5	21,7	3,4	2,0	9,1	25,0	9,1	2,0	5,3	29,4	6,0	106,2
	♂	4,7	4,0	3,5	67,9	345,1	61,3	9,6	16,8	119,9	218,4	37,7	10,4	27,0	205,7	43,3	1163,1
		0,2	0,2	0,4	9,5	63,8	26,0	2,5	3,9	40,5	57,3	12,7	3,0	9,9	38,0	11,4	125,9

Figura 1. Media, error y desviación estándar de la densidad de sensilla en machos y hembras de toda la población de estudio.

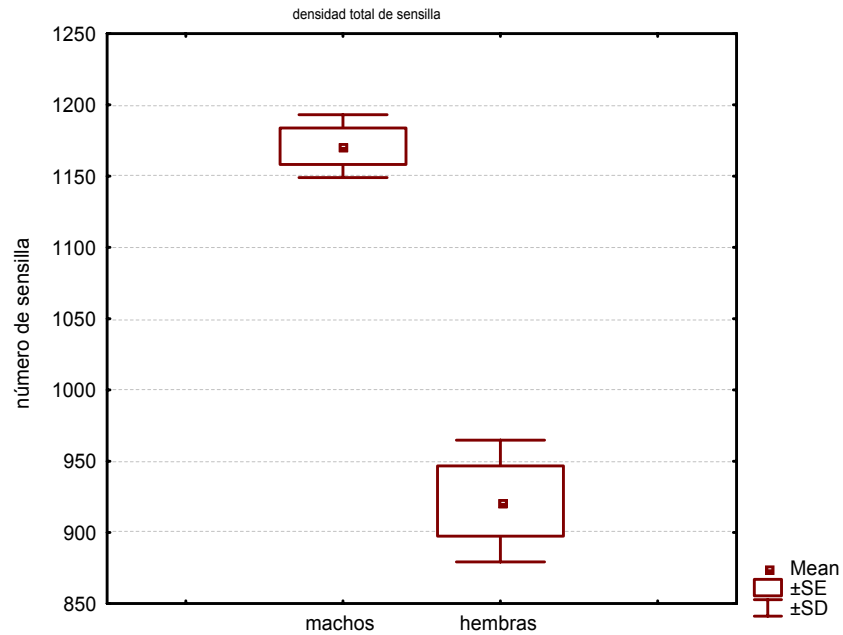
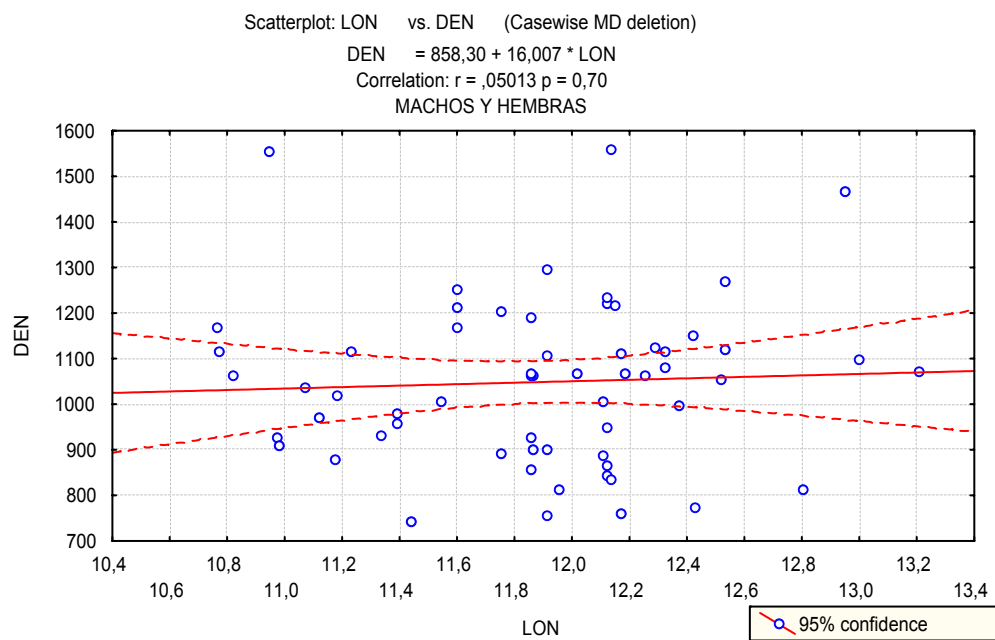


Figura 2. Correlación de la densidad de sensilla totales y la longitud total antenal en machos y hembras de *T. dimidiata*.



## 5.2. DIMORFISMO SEXUAL

Los TPF fueron los receptores más importantes en la diferenciación entre sexos, con un aumento significativo de estos ( $p < 0,0317$ ) en los machos (Figura 3).

Solamente se observaron diferencias significativas en el pedicelo en todos los hábitats, lo que se observó también en los análisis multivariados. Las distancias de Mahalanobis obtenidas del análisis discriminante muestran al domicilio con el menor dimorfismo sexual y el peridomicilio con el mayor (Cuadro 2).

Figura 3. Media, error y desviación estándar del número de TPF de machos y hembras de toda la población de estudio.

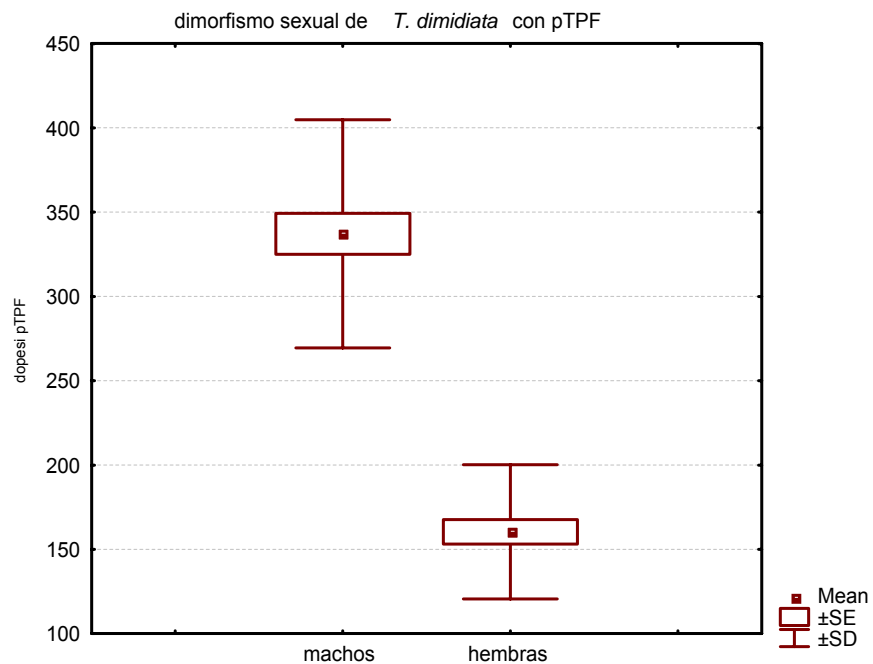


Tabla 2. Distancia de Mahalanobis ( $d^2$ ) y valores de significancia (p), obtenidos discriminante, mostrando el dimorfismo sexual de *T. dimidiata* en todo la población dentro de cada hábitat.

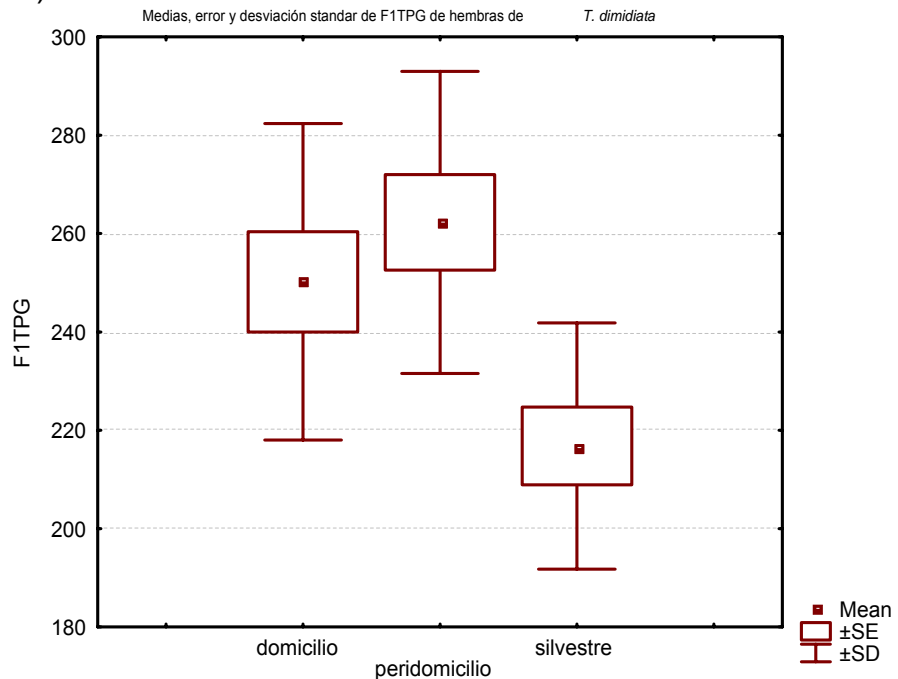
	$d^2$	p
toda la población	23,67	<u>0,0000</u>
domicilio	24,5683	<u>0,0010</u>
peridomicilio	361,0692	<u>0,0000</u>
silvestre	73,62825	<u>0,0000</u>

### 5.3. COMPARACIÓN ENTRE HÁBITAT

Debido al elevado dimorfismo sexual de *T. dimidiata* los análisis se hicieron por separado para cada sexo.

Análisis univariado: entre las hembras el ANOVA demostró después de la corrección con Bonferroni, únicamente diferencias significativas ( $p = 0,0046$ ) en los TPG del flagelo uno. Las hembras de *T. dimidiata* silvestre se diferenciaron con el domicilio ( $p = 0,0384$ ) y el peridomicilio ( $p = 0,0046$ ) por un menor número de TPG (Figura 4). Para los demás receptores no se encontraron diferencias significativas (resultados no mostrados). El ANOVA de los machos no mostró diferencias significativas en ningún receptor (resultados no mostrados).

Figura 4. Media, error y desviación estándar de los TPG del flagelo uno de hembras de *T. dimidiata*, en cada población. D: domicilio, P: peridomicilio, S: silvestre (cueva).



Análisis multivariado: Para resolver el problema de multicolinealidad, las variables fueron agrupadas dentro de 12 componentes principales obtenidos a partir de una matriz de covarianza. Estas nuevas 12 variables con independencia lineal fueron usadas en el análisis discriminante.

En hembras, el modelo excluyó la variable PBR con un Partial  $\lambda = 0,946$ . Las variables que contribuyeron significativamente al análisis (Wilks  $\lambda = 0,006$ ;  $F_{(22,34)} = 3,432$   $p < 0,006$ ; Figura 5) produjeron significativamente dos funciones discriminantes (FD1 = 0,0004; FD2 = 0,0137) con una clasificación correcta del 96.67% de los individuos a su grupo de origen, indicando que los caracteres

merísticos estudiados fueron altamente discriminantes entre las tres poblaciones definidas a priori. La discriminación de las poblaciones en el análisis multivariado fue altamente relacionado a las siguientes variables: PTPF + F1TPF (Partial  $\lambda = 0,505$ ), F1BA + F1BR (Partial  $\lambda = 0,684$ ), F1TPG (Partial  $\lambda = 0,686$ ), F2BA (Partial  $\lambda = 0,651$ ), PTPF (Partial  $\lambda = 0,666$ ), F1BA (Partial  $\lambda = 0,689$ ), F2BR (Partial  $\lambda = 0,718$ ), PTPG (Partial  $\lambda = 0,856$ ), F1BR (Partial  $\lambda = 0870$ ), PTPG + PBA + F1BA (Partial  $\lambda = 0,874$ ) (en orden decreciente de Wilks  $\lambda$ ). Las distancias de Mahalanobis separaron significativamente cada uno de los hábitats. (Cuadro 3a). Donde PTPF + F1TPF; F1BA + F1BR; PTPG + PBA + F1BA fueron combinadas dentro de una función matemática (combinación lineal).

Figura 5. Análisis discriminante de hembras de *T. dimidiata* colectados en diferentes hábitat. D: domicilio, P: peridomicilio, S: silvestre (cueva). DF1 y DF2 función discriminante 1 y 2 respectivamente

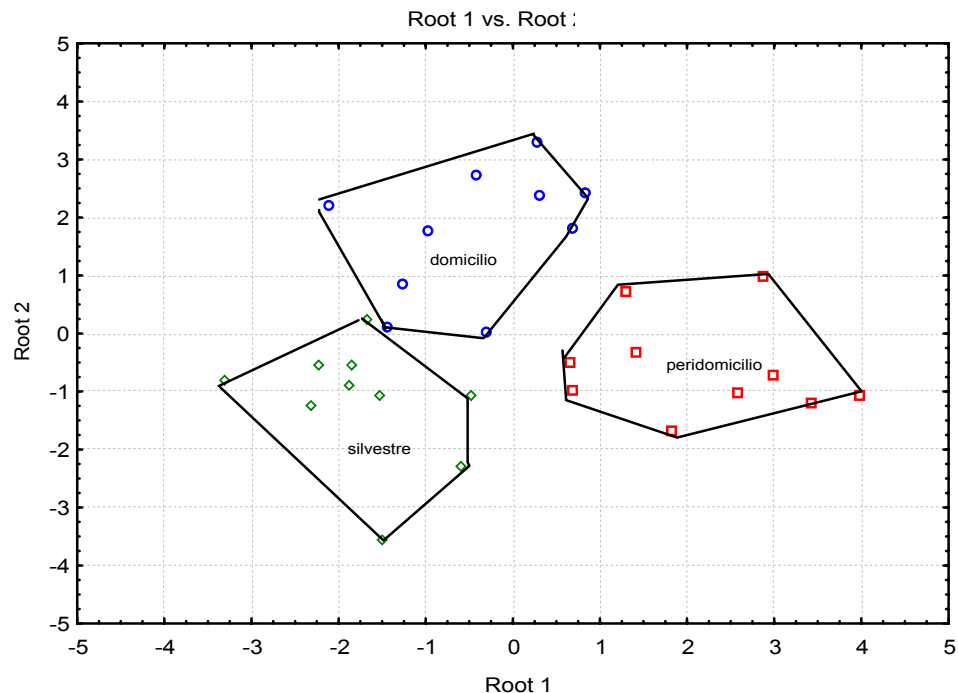


Tabla 3. Distancia de Mahalanobis ( $d^2$ ) y valores de significancia (p) obtenidos del análisis discriminante de hembras de *T. dimidiata* en las poblaciones de estudio.

	$d^2$	p
peridomicilio-silvestre	16,21	<u>0,0043</u>
domicilio-peridomicilio	13,52	<u>0,0105</u>
domicilio-silvestre	10,95	<u>0,0269</u>

Un nuevo análisis discriminante de las hembras se realizó incluyendo a los individuos de viviendas urbanas (VU) (Wilks  $\lambda = 0,7493$ ;  $F_{(30.62)} = 2,9446$   $p < 0,0002$ , Figura 6). El 85.29% de los individuos fueron asignados correctamente a su grupo de origen y fueron agrupados dentro del peridomicilio. Sin embargo una leve asociación se observó con el hábitat silvestre (Cuadro 4).

Figura 6. Análisis discriminante de hembras de *T. dimidiata* incluyendo individuos de vivienda urbana (VU). D: domicilio, P: peridomicilio, S: silvestre (cueva). DF1 y DF2 función discriminante 1 y 2 respectivamente.

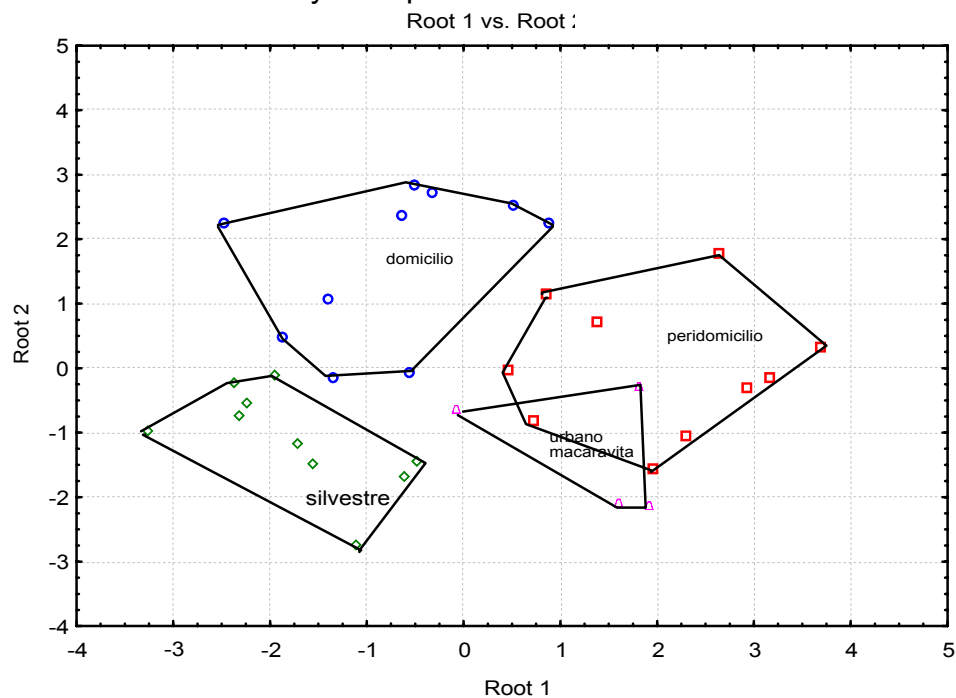


Tabla 4. Distancia de Mahalanobis ( $d^2$ ) y valores de significancia (p) obtenidos del análisis discriminante de hembras de *T. dimidiata* en las poblaciones de estudio con individuos de vivienda urbana.

	$d^2$	p
domicilio-VU	16,23	<u>0,0336</u>
silvestre-VU	13,96	0,0617
peridomicilio-VU	6,48	0,4596

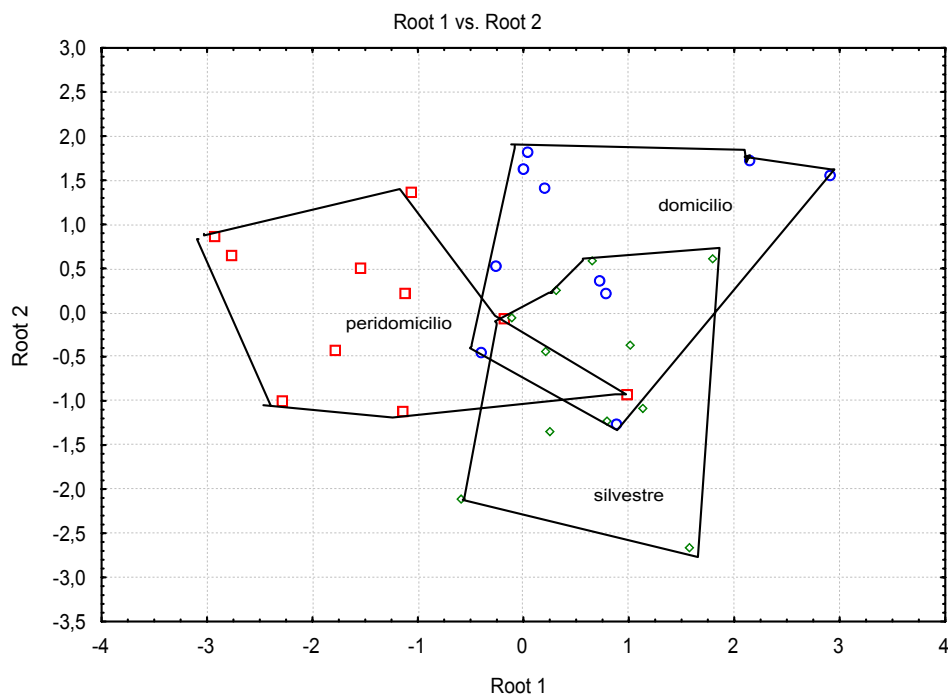
Al realizar el análisis discriminante de hembras por cada segmento, se observó que solamente los sensilla del flagelo 1 (F1) diferenciaba las poblaciones. Las variables que contribuyeron significativamente al análisis discriminante (Wilks  $\lambda = 0,29521$ ;  $F_{(6.50)} = 7,0041$   $p < 0,0000$ .), produjeron dos funciones discriminantes con 80% de clasificación correcta. La separación de las poblaciones fue altamente relacionada a las siguientes variables: F1BR, PTPF, F2BA + F2TPG + F1TPG con un Partial  $\lambda = 0,599$ ; 0,640; 0,665 respectivamente. Donde F2BA + F2TPG + F1TPG fueron combinadas dentro de una función matemática (combinación lineal). Las distancias de Mahalanobis fueron concordantes a las distancias obtenidas con todos los segmentos antenales (Cuadro 5).

Tabla 5. Distancia de Mahalanobis ( $d^2$ ) y valores de significancia ( $p$ ) obtenidos del análisis discriminante de hembras de *T. dimidiata* en el primer segmento antenal

	$d^2$	$p$
peridomicilio-silvestre	6,86	<u>0,0002</u>
domicilio-silvestre	5,11	<u>0,0013</u>
domicilio-peridomicilio	3,63	<u>0,0073</u>

Por otro lado, el análisis multivariado de los machos, no mostró diferencias significativas entre las poblaciones. Sin embargo se observó una tendencia similar a las hembras (Wilks  $\lambda = 0,3511$   $F_{(16,42)} = 1,8047$   $p < 0,0636$ , Figura 7).

Figura 7. Análisis discriminante (no significativo) de machos de *T. dimidiata* colectados en diferentes hábitats. D: domicilio, P: peridomicilio, S: silvestre (cueva). DF1 y DF2 función discriminante 1 y 2 respectivamente



## DISCUSIÓN

El sistema sensorial de los insectos ha evolucionado a numerosas especializaciones que les permiten detectar características del ambiente externo y monitorear constantemente el estado de interacción del organismo. *T. dimidiata* presentó los tres tipos de quimiorreceptores en el pedicelo antenal, al igual que otras especies de triatomíneos (Catalá *et al.* 2000; Catalá & Dujardin, 2001), sugiriendo una capacidad para la invasión y dispersión en diferentes hábitats, como fue observado por (Catalá *et al.* 2005). A diferencia de la mayoría de las especies de *Triatoma* que muestran mayor densidad de sensilla en el flagelo uno, los machos de *T. dimidiata* mostraron mayor número en el pedicelo. Por otra parte, aunque la correlación entre el número de sensilla y la longitud de la antena no fue significativa, los machos (más pequeños) presentaron mayor número de receptores y antenas más largas.

### **Dimorfismo sexual**

Varios autores (Chapman, 1982; Blang, 1989) atribuyeron el dimorfismo del número de sensilla antenales de insectos a la diferencia en los hábitos alimenticios o a la atracción del macho por feromonas de las hembras. En especies donde la diferencia de sensilla entre sexos es pequeña, los mecanismos visuales y auditivos son más importantes que la olfacción para el encuentro de los sexos.

El aumento significativo de los TPF en las antenas de los machos de *T. dimidiata*, podría estar asociado a la captación de feromonas de hospederos vertebrados y a la percepción de moléculas relacionadas al comportamiento sexual como en otras especies de triatomíneos (Catalá *et al.* 2005; Catalá, 1997; Catalá & Dujardin, 2001; Carbajal de la Fuente & Catalá, 2002; Esteban *et al.* 2002), y especies de Noctuidae, Acrididae y Dytioptera (Chen *et al.* 2003; Castrejón *et al.* 1999). Los BA también fueron abundantes especialmente en el flagelo uno, éste receptor podría jugar un papel importante en el dimorfismo sexual de triatomíneos ya que también se ha encontrado un aumento en el pedicelo de machos de *T. sordida* (Catalá, 1997). Los BA han sido implicados en la recepción de moléculas NH<sub>3</sub> y ácidos grasos (Zayed *et al.* 2002), como termo-higroreceptores y son similares a los receptores “C” de *Cimex lecticularius* respondiendo a ácidos grasos (Gracco & Catalá 2000). En mosquitos de la familia Psychodidae, han mostrado tener una función olfatoria con el hallazgo del hospedero (Zayed *et al.* 2002) y en insectos como *Locusta migratoria*, *Schistocerca gregaria*, *Hylobius habiteis* y *Leptinotarsa decemlineata* este receptor es responsable del dimorfismo sexual (Chen *et al.* 2003; Ameismeier, 1987; Ma WC & Visser, 1987; Mustaparta, 1975; Ocheing *et al.* 1998).

El aumento de este receptor multiporoso (TPF), podría significar diferencias en el comportamiento en muchas especies de triatomíneos y ha sido relacionado con la variabilidad intraespecífica y el polimorfismo alar del género *Mepraia* (Moreno *et al.* 2005). Los estudios de (Monroy *et al.* 2003; Tabarú *et al.* 1996) sugieren que

los machos de *T. dimidiata* tienen mayor probabilidad de dispersión a través del vuelo que las hembras. Esto le permite incursionar en diferentes hábitats y al mismo tiempo incrementar su sistema de reconocimiento sexual, facilitando el encuentro entre adultos dispersos de esta especie. De manera general, en triatomíneos los machos son más pequeños, lo que podría dar lugar a que ellos fuesen menos pesados y más hábiles para desplazarse por vuelo en búsqueda de alimento. El aumento de TPF relacionados con la capacidad de dispersión, son un factor clave en la invasión hacia nuevos hábitats, quizás por esta razón nosotros no encontramos diferencias entre ecotopos en machos de *T. dimidiata*, a pesar de que presentaron tendencias similares a las hembras.

Entre ecotopos el dimorfismo sexual fue menor para la población del domicilio seguida por la silvestre, los machos de estos hábitats presentaron menor cantidad de TPF en el pedicelo, lo cual tiene relación con otras especies adaptados a un rango limitado de hábitats como *T. infestans* (Catalá & Dujardin, 2001). La reducción del número de receptores que intervienen en la reproducción ha sido propuesto como una consecuencia de la domiciliación, ante la mayor facilidad de encuentro de un compañero sexual en el ambiente doméstico (Schofield, 1988).

Por el contrario, en la población peridomiciliada el aumento de los TPF podría involucrar aún más la necesidad de detención de olores, para identificar nuevos hábitats y compañero sexual durante la dispersión del adulto, como ya se mencionó anteriormente.

### **Variación entre hábitats**

En general, en varias especies de triatominos una serie de cambios morfológicos y genéticos han sido observados asociados con su adaptación desde hábitats silvestres a domésticos. Según (Catalá *et al.* 2005; Catalá, 1997; Catalá & Dujardin, 2001; Gracco & Catalá 2000; Catalá *et al.* 2004), la densidad de sensilla antenal disminuye progresivamente en el pedicelo y sobre el total de la antena, en especies que viven en “hábitats estables” como la vivienda humana, sin embargo consideramos que el término “hábitats estables” carece de definición en su significado y puede ser usado de manera ambigua en el sistema sensorial; ya que además de las fluctuaciones ambientales, en un hábitat intervienen la explotación de diferentes recursos, tróficos, espaciales, reproductivos, entre otros, los cuales pondrían aportar distintamente en el fenotipo antenal de sensilla.

En este trabajo los especímenes del domicilio y silvestre-cueva, tienen una explotación de nicho espacial mas reducida que los del peridomicilio y por ello tienen un arreglo antenal diferente con un número menor de sensilla, son menos móviles ya que su área de dispersión y forrajeo es mucho más limitada. Estas variaciones entre ecotopos observadas únicamente en hembras, estuvieron asociadas a los TPG y BR; una reducción de los primeros fue observada a medida que disminuía la amplitud del nicho y se incrementaba la estabilidad del hábitat. La disminución de los receptores a medida que la explotación del nicho es reducida, podría indicar una reducción de la sensibilidad y superficie del área para la captura de moléculas olorosas. Las poblaciones domiciliadas tienen menores cambios de

temperatura y menos contacto con moléculas líquidas, lo que es mucho más reducido en los especímenes selvático de cueva, con condiciones climáticas más extremas. En un ambiente de total oscuridad, ellos podrían tener una selección de un alto número de sensilla olfatorias más que de mecanorreceptoras y quimiorreceptores de contacto. La variedad de alimentos líquidos que estimulan a los quimiorreceptores gustativos o de contacto como el TPG (Zacharuck, 1985), es más limitado que en ambientes externos y la detección del hospedero por señales químicas puede ser más eficiente por métodos químicos que táctiles, como bien se ha observado en otros insectos que viven en cuevas (Bland *et al.* 1998). Además un rango de caracteres troglomórficos como alas, ojos y antenas reducidos y coloración pálida fueron observados en los especímenes selváticos.

A diferencia del peridomicilio, el incremento espacial del hábitat podría generar más comportamientos exploratorios y más fuentes de alimento que podría llevar a una selección menos especialista de sus hospederos. Según (Catalá *et al.* 2005) considera que los TPG también se encuentran relacionados con la disponibilidad de alimento, lo que fue relacionado con nuestras observaciones en campo, las cabras y animales de pastoreo usados como recurso sostenible de la región, estuvieron siempre presentes en este hábitat.

Otros trabajos morfológicos de poblaciones de *T. dimidiata* también ha permitido la caracterización de poblaciones selváticas y domésticas mostrando a los

selváticos de cuevas con fenotipos similares a los domésticos. (Calderón *et al.* 2005; Bustamante, 2001).

Por otra parte, el aumento de los BR en hembras del peridomicilio, creemos que puede estar relacionado con la alta densidad de insectos observada en campo. Los BR han mostrado ser susceptibles a las condiciones de densidad poblacional como se ha visto en colonias de laboratorio de *T. infestans* (Catalá *et al.* 2004). Este sensillum percibe estímulos mecánicos relacionados al micro hábitat (Catalá & Dujardin, 2001) y un aumento de ellos también se ha observado en insectos con comportamientos gregarios (Chapman, 2002).

En cuanto a las diferencias significativas encontradas mediante análisis discriminante, un aumento de BA, TPG y TPF en el flagelo uno se presentó en los hábitats más cercanos al domicilio humano. De forma similar (Catalá *et al.* 2004), mostró una tendencia a la reducción de F2BA y PTPF de *T. infestans* y TPF de *R. pallens* en laboratorio. Es probable, que adicional a las diferencias de hábitat mencionadas anteriormente; la tendencia en la reducción de TPF y BA se encuentra asociada a la captación de moléculas del huésped. Los TPF han sido involucrados en la captación de moléculas o productos derivados de la respiración humana, al calor, humedad y ácidos grasos particularmente ácido láctico, pirúvico y amil acetato (Catalá, 1997; Carbajal de la Fuente & Catalá, 2002).

La asociación observada entre las hembras de zona urbana con el peridomicilio rural puede explicarse por su origen común, y como es conocido al transporte pasivo y continuo que el hombre hace a través del intercambio de animales, de la zona rural a la urbana en mercados de la cabecera municipal. Otros estudios (Dumontiel *et al.* 2002) sugieren que insectos de los hábitats peridomicilio y silvestre de *T. dimidiata* vuelan a casas estacionalmente, debido a los cambios en la disponibilidad de alimento. Las poblaciones peridomiciliadas de *T. dimidiata* podrían representar riesgo epidemiológico en la población humana, con una dispersión pasiva y/o activa hacia las viviendas rurales y urbanas en esta zona del país. El control de estas poblaciones son actualmente los programas con mayor dificultad en el tratamiento vectorial (Noireau *et al.* 2005), aunque una dispersión desde focos silvestres no es totalmente descartada.

Finalmente, el fenotipo antenal de sensilla es útil en la diferenciación intraespecífica y muestra un alto grado de adaptación de los triatominos a la presión de selección por el hábitat. El estudio de los nichos dentro de los hábitats es pobremente conocido y su estructura junto con factores bióticos y abióticos debe ser estudiado en profundidad para el conocimiento de la relación del sistema sensorial y la explotación del hábitat. Por otra parte, la diferenciación morfológica puede ser más rápida que la instalación de barreras genéticas y/o reproductivas, lo cual ayudaría a explicar la ausencia de variabilidad genética de poblaciones de *T. dimidiata* en otras zonas aledañas (Ramírez *et al.* 2005).

Las diferencias del fenotipo antenal observado en hembras, revelan una mayor plasticidad fenotípica y podrían considerarse en futuros estudios de triatominos como “sensibles” a la diferenciación y adaptación a diferentes hábitats, como también se observó en estudios de morfometría de la cabeza de *T. dimidiata* y *T. infestans* (Bustamante *et al.* 2004; Dujardin *et al.* 1997). La rápida adaptación de las hembras a las nuevas condiciones ecológicas ponen de manifiesto nuevos arreglos sensoriales, característicos de ese hábitat y por otra parte, el fenotipo antenal mas general en machos podría ser un indicador de la dispersión entre hábitats.

La similitud entre las hembras de zona urbana, con hembras de peridomicilio rural permiten proponer al fenotipo antenal como un sencillo y eficiente indicador para el reconocimiento del origen de triatominos que intentan colonizar nuevos hábitats. Estas metodologías podrían ser utilizadas en los programas de vigilancia entomológica.

## BIBLIOGRAFIA

AMEISMEIER F. Ultrastructure of the chemosensitive basiconic single-walled walled-pore sensilla on the antennae in adults and embryonic stages of *Locusta migratoria* L. (Insecta, Orthoptera); Cell Tissue Res. 1987; 247: 605-612.

ANGULO VM. Ensayo de estrategias de control y vigilancia de *Triatoma dimidiata*, en Colombia. En: Gulhl, F. 2005. Memorias del primer Taller Internacional sobre Control de la Enfermedad de Chagas. Universidad de los Andes, Bogotá. Colombia, 2-6 de mayo de 2005, Pág. 91-102.

\_\_\_\_\_ y SANDOVAL M. Enfermedad de Chagas en Colombia. En: Gulhl, F. 2002. Proceedings of the fourth internacional workshop on populations genetics and control, Punta Iguana, Cartagena de Indias, Colombia, 16-18 de agosto de 2002, Pág. 77-88.

\_\_\_\_\_, TARAZONA Z, REYES A, GUTIERREZ R, SANDOVAL M. Ministerio de Salud programa nacional de prevención y control de la enfermedad de Chagas y la cardiopatía infantil. Nodo Nor-oriental. Cintrop-UIS. En: Control y manejo de la Tripanosomiasis Americana. Curso taller internacional. Universidad Industrial de Santander. Centro de Investigación en Enfermedades Tropicales. Bucaramanga, julio 12 al 16 de 1999.

BLAND RG, SLANEY D P, and WEINSTEIN P. Antennal sensilla on cave species of australian *Paratemnopteryx* cockroaches (Blattaria : Blattellidae). Int. J. Insect Morphol. & Embryol. 1998; 27(2): 83-93.

\_\_\_\_\_. Antennal sensilla of Acrididae (Orthoptera) in relation to subfamily and food preference. Ann. Entomol. Soc. Am. 1989; 82: 368-384.

BUSTAMANTE DM, MONROY C, MENES M, RODAS A, SALAZAR-SCHETTINO PM, ROJAS G, *et al.* Metric variation among geographic populations of the Chagas vector *Triatoma dimidiata* (Hemiptera: Reduviidae: Triatominae) and some related species. J. Med. Entomol. 2004; 41(3): 296-301.

\_\_\_\_\_. Morfometría de seis poblaciones del principal vector de la enfermedad de Chagas en Guatemala, *Triatoma dimidiata* (Latreille) 1811 (c, para la caracterización geográfica de la especie. Tesis de licenciatura, Escuela de Biología, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, Universidad de San Carlos de Guatemala. 2001.

CALDERÓN FERNÁNDEZ G, JUÁREZ MP, MONROY MC, MENES M, BUSTAMANTE DM and MIJAILOVSKY S. Intraspecific Variability in *Triatoma dimidiata* (Hemiptera: Reduviidae) Populations from Guatemala Based on Chemical and Morphometric Analyses. J. Med Entomol. 2005; 42(1): 29-35.

CARBAJAL DE LA FUENTE AL. & CATALÁ S. Relationship among the habitat en the antennal sensilla pattern of six species of Triatominae Hemiptera: Reduviidae. Mem. Inst. Oswaldo Cruz. 2002; 97: 1073-1077.

CASTREJÓN-GÓMEZ VR, VALDEZ-CARRASCO J, CIBRIAN-TOVAR J, CAMINO-LAVIN M and OSORIO O. Morphology and distribution of the sense organs of the antennae of *Copitarsia consueta* (Lepidoptera: Noctuidae). Florida Entomol. 1999; 82(4): 546-555.

CATALÁ S, SACHETTO C, MORENO M, ROSALES R, SALAZAR-SCHETTINO, and Gorla D. The antennal phenotype of *Triatoma dimidiata* populations and its relationship with species of the phyllosoma and protracta complexes. J. Med. Entomol. 2005; 42(5): 719–725.

\_\_\_\_\_, MAIDA DM, CARO-RIAÑO H, JARAMILLO N and MORENO J. Changes associated with laboratory rearing in antennal sensilla patterns of *Triatoma infestans*, *Rhodnius prolixus*, and *Rhodnius pallescens* (Hemiptera, Reduviidae, Triatominae). Mem. Inst. Oswaldo Cruz 2004; 99 (1): 25-30.

\_\_\_\_\_ and DUJARDIN JP. Antennal sensilla patters indicate geographic and ecotopic variability among *Triatoma infestans* Hemiptera: Reduviidae populations. J. Med. Entomol. 2001; 38: 423-428.

CATALÁ S, CARBAJAL AL, TORRES M, MORENO M, ORDOÑEZ R, MONTAÑA MF et al. La antena de los Triatominae: características ancestrales y marcadores funcionales. *En: Proceedings of the Fourth International Workshop on Population and Control of Triatominae, Punta Iguana, Cartagena, Colombia, 16-18 August 2000.* pag 125-132

\_\_\_\_\_. Antennal sensilla of Triatominae (Hemiptera: Reduviidae): a comparative study of five genera. *Int. J. Insect Morphol. Embryol.* 1997; 26(2): 67-73.

\_\_\_\_\_ and SCHOFIELD CJ. Antennal sensilla of *Rhodnius*. *J. of Morphol.* 1994; 19(2), 193-204.

CHAPMAN RF. Development of phenotypic differences in sensillum populations on the antennae of grasshopper, *Schistocerca americana*. *J. of Morphol.* 2002; 254: 186-194

\_\_\_\_\_. Chemoreception: The significance of receptors numbers. *Adv. Insect Physiol.* 1982; 16: 247-333

CHEN H-H, ZHAO Y-X, and KANG L. Antennal sensilla of grasshoppers (Orthoptera: Acrididae) in relation to preferences and habits. *J. Bioscis.* 2003; 28: 743-752.

CORREDOR A, SANTACRUZ M, PÁEZ S, GUATAME LA. Distribución de los triatominos domiciliados en Colombia. Ministerio de Salud, 1990, Pág. 144.

DUJARDIN JP, BERMUDEZ H, CASINI C, SCHOFIELD CJ & TIBAYRENC M. Metric differences between selvatic and domestic *Triatoma infestans* Heteroptera Reduviidae in Bolivia. J. Med. Entomol. 1997; 544-551.

DUMONTIEL E, GOURBIERE S, BARRERA-PÉREZ M, RODRIGUEZ-FÉLIX E, RUÍZ-PIÑA H, BAÑOS-LÓPEZ O, et al. Geographic distribution of *Triatoma dimidiata* and transmission dynamics of *Trypanosoma cruzii* in the Yucatán Peninsula of Mexico. Am J, Trop, Med, Hyg. 2002; 67: 176-183.

ESTEBAN L, SANDOVAL CM, ANGULO VM, CATALÁ S. Estudio morfológico de los patrones sensoriales en adultos y ninfas de *Belminus herreri* (Reduviidae: Triatominae). II Congreso del Instituto Nacional de Salud. 2002; 22 (supl) 1: 113.

GRACCO M, and CATALÁ S. Inter-specific and developmental differences on the array of antennal chemoreceptors in four species of Triatominae (Hemiptera: Reduviidae). Mem. Inst. Oswaldo Cruz. 2000; 95(1): 67-74.

GUHL F, ANGULO VM, RESTREPO M, NICHOLLS S, MONTOYA R. Estado del arte de la enfermedad de Chagas en Colombia y estrategias de control. *Biomédica*. 2003. 23(suppl I) 31-37.

LEHMANN P, ORDOÑEZ R, OJEDA-BARANDA R, MENDEZ de Lira J, HIDALGO-SOSA L, MONROY C, et al. Morphometric analysisi of *Triatoma dimidiata* populations (Reduviidae: Triatominae) from Mexico and Northern Guatemala. *Mem. Inst. Oswaldo Cruz*. 2005; 100(5): 477-482.

MA WC, and VISSER JH. Single unit analysis of odor quality coding by the olfactory antennal receptor system of Colorado beetle. *Ent. Exp. Appl.* 1987; 24: 520-533.

MARINKELLE CJ. Colombian Triatominae and their infestation with trypanosomatid flagellates. *Mitt. Inst. Colombo Alemán Invest. Cient.*1972; 6: 13-29.

MONROY MC, BUSTAMANTE DM, RODAS AG, ENRIQUEZ ME, and ROSALES RG. Habitats, dispersion and invasion of silvatic *Triatoma dimidiata* (Hemiptera: Reduviidae) in Petén, Guatemala. *J. Med. Entomol.* 2003; 40(6): 800-806.

MORENO ML, GORLA D, CATALÁ S. Association between antennal phenotype, wing polymorphism and sex the genus *Mepraia* (Reduviidae: Triatominae). Infect Genet Evol. 2005; Aug 1 (en prensa).

MUSTAPARTA H. Responses of single olfactory cells in the pine weevil *Hylobius abietis* L: (Col: Curculionidae). J. Comp. Physiol. 1975; 97: 271-290.

NOIREAU F, CARBAJAL-De-La-FUENTE AL, LOPES CM and DIOTAIUTI L: Some considerations about the ecology of Triatominae. An. Acad. Bras. Ciênc. 2005; 77(3): 431-436.

OCHEING SA, HALLBERG E and HANSSON BS. Fine structure and distribution of antennal sensilla of the desert locust, *Schistocerca gregaria* (Orthoptera: Acrididae). Cell Tissue Res. 1998; 291: 525-536.

RAMÍREZ CJ, JARAMILLO CA, DELGADO MP, PINTO N, AGUILERA G, and GUHL F. Genetic structure of sylvatic, peridomestic and domestic populations of *Triatoma dimidiata* (Hemiptera: Reduviidae) from an endemic zone of Boyaca, Colombia. Acta Tropica. 2005; 93: 23-29.

SCHOFIELD CJ. CHALLENGES OF CHAGAS DISEASE VECTOR CONTROL IN CENTRAL AMERICA. Global collaboration for Development of Pesticides for Public Health. WHO/CDS/WHOPES/GCDPP/2000-1. 2000.

SCHOFIELD CJ. Biosystematics of the Triatominae. In: M: Service, Biosystematics of Haematophagous insects, Systematic Association, 1988, Special vol. 37, Clarendon Press, Oxford, 284-312.

SOKAL R. & ROHLF J. BIOMETRY. The principles and practice of statistics in biological research. 3d. edition. W. H. Freeman and Company. New York. 1997

TABARÚ Y, RODAS A, MEJÍA M, MONROY C, and HASHIMOTO T. Producción masiva y comportamiento de *Triatoma dimidiata* y *Rhodnius prolixus*, pp. 120-125. In. Y. Tabarú ed, Informe Anual N.4 (GJET-72) del proyecto de Cooperación Guatemala-Japón para la Investigación de Enfermedades Tropicales, JICA, Ciudad de Guatemala, Guatemala. 1996.

TANEJA J, and GUERIN PM. Ammonia attracts *Triatoma*: behavioural and neurophysiological data on nymphs. J. Comp. Physiol. 1997; 181: 21-24.

TURRIAGO B. Evaluación de deltametrina como alternativa de control de *Triatoma dimidiata* y determinación de la prevalencia de *Tripanosoma cruzi* en perros en una región endémica para la enfermedad de Chagas en el departamento de Boyacá-Colombia. Tesis de maestría, Universidad de los Andes. 2005.

WHO. WORLD HEALTH ORGANIZATION. Control of Chagas disease. WHO Technical Report series 8116. 1991; 1-95. World Health Organization, Geneva, Switzerland.

ZACHARUCK RY. Antenna and sensilla; In Comprehensive insect physiology, biochemistry and pharmacology (eds) GA Kerkut and LI Gilbert (Oxford: Pergamon) vol 6, 1-69.1985.

ZAYED AB, HASSAN MI, MOHAMMED H and FARES A. Antennal sensilla of the sand flies, *Phlebotomus papatasi* and *Phlebotomus bergeroti* (Diptera:Psichodidae). Exp. Patol. and Parasitol. 2002; 5(10): 10-20.

ZELEDÓN R, CALVO N, MONTENEGRO VM, LOROSA ES and ARÉVALO C. A survey on *Triatoma dimidiata* in an urban area of the province of Heredia, Costa Rica. Mem. Inst. Oswaldo Cruz. 2005; 100(6): 507-512.

\_\_\_\_\_, UGALDE A, and PANIAGUA LA. Entomological and ecological aspects of six sylvatic species of triatomines (Hemiptera: Reduviidae) from the collection of the national biodiversity, Institute of Costa Rica, Central America. Mem. Inst. Oswaldo Cruz. 2001; 96: 757-764.

ZELEDÓN R, SOLANO G, ZÚÑIGA A, and SWARZWELDER. Biology and Ethology of *Triatoma dimidiata* (Latreille, 1811), III. Habitat and blood sources. J. Med. Entomol. 1973; 10: 363-370.

\_\_\_\_\_. El *Triatoma dimidiata* (Latreille 1811) y su relación con la enfermedad de Chagas, p. 164. EUNED: San José, Costa Rica. 1973

Anexo. Distribución de *Triatoma dimidiata* en Colombia, según datos publicados hasta 2005. Antioquia, Arauca, Boyacá, Casanare, Cesar, Cundinamarca, Guajira, Huila, Magdalena, Meta, Norte Santander, Santander, Sucre.

