

## DIFERENCIACIÓN MORFOMÉTRICA DE POBLACIONES DE ÉPOCA LLUVIOSA Y DE ÉPOCA SECA DE *Triatoma dimidiata* (HEMIPTERA: REDUVIIDAE: TRIATOMINAE), EN DOS ÁREAS DE GUATEMALA.

Dulce María Bustamante, Carlota Monroy, Antonieta Rodas, Marianela Menes, Regina Rosales, Eunice Enríquez.

Laboratorio de Entomología Aplicada y Parasitología, Escuela de Biología, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, Universidad de San Carlos de Guatemala. Edificio T-10, 2º nivel, Ciudad Universitaria, Zona 12.

lenap@usac.edu.gt  
http://www.usac.edu.gt/~lenap

### RESUMEN

Una vivienda de Agua Zarca (Ixhuitán, Santa Rosa) y otra de El Cuje (Pueblo Nuevo Viñas, Santa Rosa), fueron seleccionadas para estudiar las poblaciones de insectos *Triatoma dimidiata* que albergaban. En cada vivienda se seleccionó un grupo de insectos colectados durante los meses cálidos y secos y otro colectado durante los meses lluviosos. Estos grupos se compararon utilizando técnicas morfométricas tradicionales para detectar posibles diferencias entre ellos y analizar la naturaleza de estas diferencias. Los grupos de El Cuje no presentaron diferenciación morfométrica, pero los grupos de Agua Zarca presentaron una leve pero significativa diferenciación. Los resultados nos indican, que las poblaciones de *T. dimidiata* presentan movimientos, y que en algunas áreas pueden existir al menos dos poblaciones que pueden diferenciarse morfométricamente. Los factores climáticos como la temperatura y la lluvia tienen influencia en el inicio de estos movimientos poblacionales, que incluso pueden provocar que las poblaciones que normalmente no se encuentran en las viviendas humanas, lleguen a invadirlas.

Es muy probable que estos movimientos poblacionales de adultos se den durante los meses cálidos y secos, por lo que se recomienda ésta época para aplicar los tratamientos de control.

### INTRODUCCIÓN

*Triatoma dimidiata* es una de las principales especies vectores del parásito *Trypanosoma cruzi* (agente causal de la enfermedad de Chagas) al ser humano. Es capaz de

formar colonias dentro de las viviendas humanas, aumentando el riesgo de transmisión de la enfermedad. Los insecticidas son el principal medio de control de la invasión domiciliar, pero esta especie es capaz de reaparecer en las viviendas después de aplicar el tratamiento control. Es por esto que se hace necesario estudiar los patrones de los movimientos de estos insectos.

Es un hecho comprobado que los Triatominae dentro de su ciclo vital, tienden a migrar por razones climáticas (aumento de la temperatura) ó fisiológicas (inanición) (Lehance *et al* 1992; Schofield *et al* 1991; Schofield *et al* 1992). Basados en esto, suponemos que al llegar la época de época seca en Guatemala, los triatominos tienden a movilizarse debido al aumento de la temperatura y quizás a la baja disponibilidad de alimento.

Durante los movimientos de entrada y salida de insectos de los domicilios humanos durante el época seca, individuos de diferentes poblaciones podrían arribar a las viviendas, por lo que sería posible diferenciarlos por medio de técnicas morfométricas, las cuales ya han sido aplicadas previamente a Triatominae y han permitido una diferenciación satisfactoria intra- e inter- específica (Dujardin *et al* 1998; Dujardin *et al* 1997; Jaramillo 2000; Solís 2000).

Para esta investigación se perseguía determinar las diferencias entre los insectos *Triatoma dimidiata* colectados dentro de una misma vivienda (considerada como una misma población), pero colectados en épocas diferentes: época seca y en época lluviosa. Esto con el objeto de avalar los datos de movimientos poblacionales de triatominos.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Insectos

Se utilizaron 45 machos de *Triatoma dimidiata* (Tabla 1).

A cada insecto le fueron removidos las hemelitra (alas mesotorácicas), y se montaron entre porta y cubre objetos utilizando Solución de Hoyer como medio. También se utilizaron las cabezas como objeto de medición, por lo que fueron removidas del cuerpo y montadas en alfileres utilizando como soporte un triángulo de acetato.

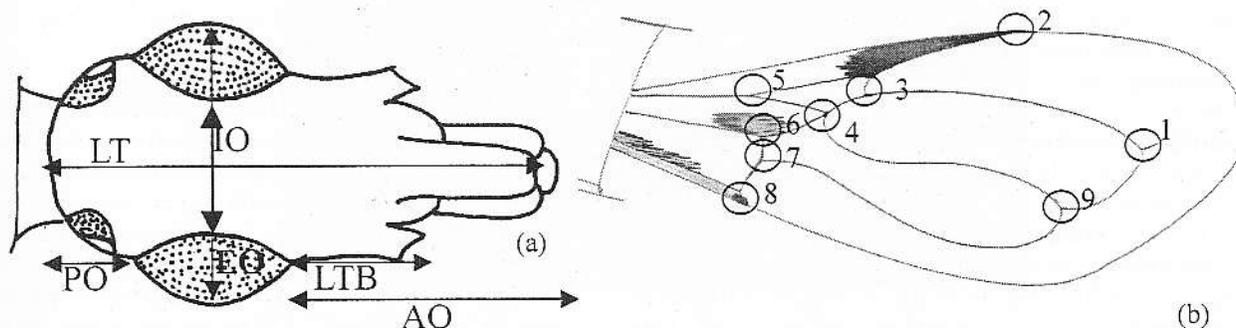
**Tabla 1.**  
Número de insectos utilizados por sitio y época de colecta.

Sitio de colecta	Época seca	Época lluviosa
1 vivienda de Aldea El Cuje, Pueblo Nuevo Viñas, Santa Rosa.	12	12
1 vivienda de Aldea Agua Zarca, Santa María Ixhutatán, Santa Rosa.	12	13

### Morfometría

#### a) Mediciones

Las imágenes de las alas *izquierdas* y de las cabezas de los individuos fueron digitalizadas. Sobre las imágenes digitales se realizaron 36 mediciones sobre el ala izquierda de cada individuo y 6 mediciones sobre la cabeza (ver Figura 1); estas mediciones se realizaron utilizando los programas de computadora tpsDig® (1.11, 1996, James Rohlf) y WinDig® (2.5, 1996, D. Lovy). Los valores de las mediciones fueron transformados en logaritmos (Jaramillo 2000).



**Figura 1.** Mediciones sobre la cabeza y el ala de los triatomíneos. Para la cabeza se efectuaron 6 mediciones (a): LT = largo total, IO = distancia interna entre los ojos, PO = distancia post ocular, EO = distancia externa entre los ojos, LTB = largo del tubérculo antenífero, AO = distancia anteocular. Para el ala se efectuaron 36 mediciones entre los 9 puntos mostrados en esta figura (b), las cuales se describen en la Tabla 2.

Tabla 2.

Combinaciones de distancias que se obtuvieron a partir de 9 puntos (ver Figura 1b) sobre las alas de *Triatoma dimidiata*. H significa *hemelitron*; los números significan los puntos entre los cuales se obtuvieron las mediciones. Por ejemplo, H12 significa la distancia en el *hemelitron* entre los puntos 1 y 2.

DISTANCIAS ENTRE PUNTOS SOBRE EL ALA IZQUIERDA.
H12, H13, H14, H15, H16, H17, H18, H19
H23, H24, H25, H26, H27, H28, H29
H34, H35, H36, H37, H38, H39
H45, H46, H47, H48, H49
H56, H57, H58, H59
H67, H68, H69
H78, H79
H89

#### b) Análisis de los Datos

En primer lugar se aplicó un análisis de morfometría tradicional (Rohlf & Marcus 1993) utilizando las 42 mediciones para comparar las localidades y los grupos de época seca y época lluviosa. En primer lugar, para reducir la variación de la forma provocada por las diferencias de tamaño entre individuos, y revelar así aspectos significativos de la forma, se estimó una variable de tamaño global (tamaño isométrico), promediando los valores de todas las mediciones para cada individuo. Este tamaño global se removió de cada medición y se obtuvieron nuevas variables, las cuales fueron sometidas a un análisis de componentes principales y posteriormente, aquellos componentes que contribuyeran a la variación total fueron sometidos a un análisis discriminante. Este análisis es el protocolo propuesto por Dujardin (ver Dujardin & Le Pont 2000d).

En muchos estudios morfométricos se utiliza un gran número de variables, pero Bookstein (1996, citado por Dujardin 2000) recomienda que el número de distancias a utilizar en un estudio de morfometría tradicional debe estar adaptado al tamaño de la muestra, ya que en los análisis estadísticos multivariados que toman en cuenta diferentes grupos (Análisis discriminante), el número mínimo de individuos por grupo tendría que ser el doble del número de variables. Para analizar si el patrón encontrado con el método anterior se mantenía se decidió efectuar un análisis más riguroso en el cual se utilizaron

solamente 6 mediciones. Se seleccionaron entonces 3 mediciones del ala (H12, H25, H89) y 3 de la cabeza (EO, LT, AO) (ver Figura 1). Estas fueron sometidas a un tratamiento diferente para reducir la variación alométrica variación en forma como resultado del cambio del tamaño- intragrupo (Klingenberg' 1996): los valores de las variables transformados en logaritmo fueron sometidos a un análisis de componentes principales comunes, el cual produjo nuevas variables ó componentes principales, de los cuales se considera que el primero representa el eje de crecimiento de los insectos (tamaño). Posteriormente los componentes principales, excepto el primero, fueron sometidos a un análisis discriminante.

Los resultados de los análisis discriminantes produjeron clasificaciones de los insectos basadas en las mediciones efectuadas; la significancia estadística de los resultados de estos análisis fue evaluada con el estadístico Lambda de Wilks; Lambda prueba la hipótesis nula de que las medias (centroides) de los grupos son iguales. Valores de Lambda cercanos a cero indican que las medias de los grupos son diferentes, valores cercanos a uno, las medias no son diferentes.

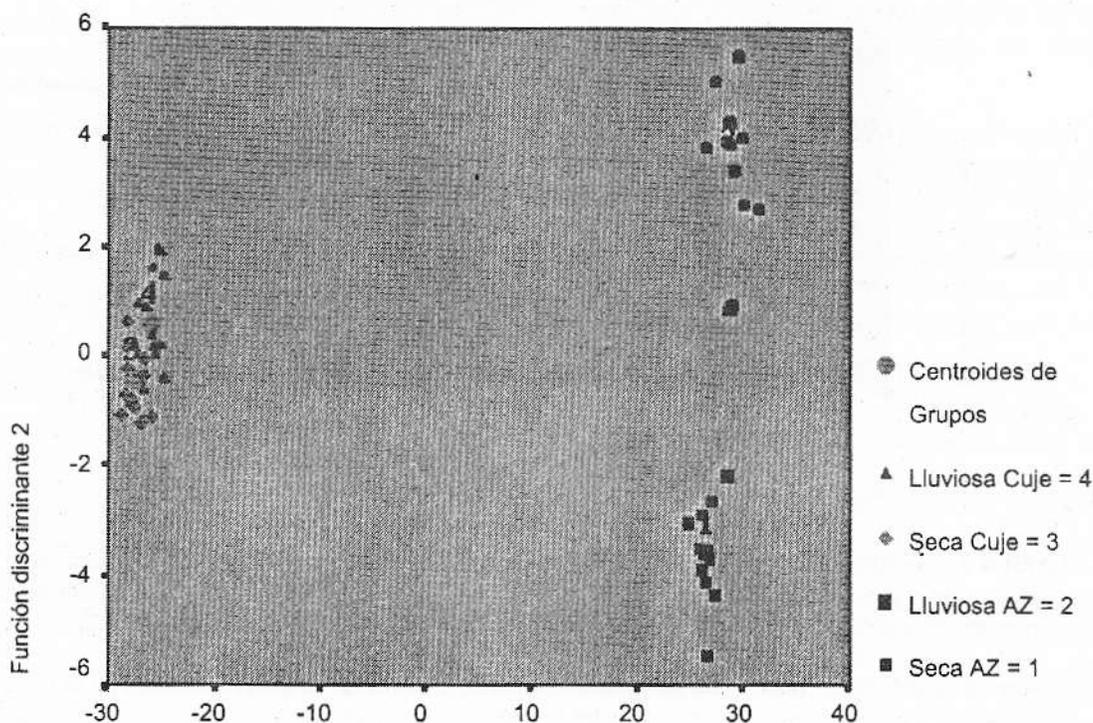
Para efectuar estos análisis se utilizaron los programas de computadora: Microsoft Excel (2000), SPSS for Windows (10.1.0, Spss Inc.), NTSYS pc 2.02j (Rohlf 2000).

## RESULTADOS

Los resultados de los análisis discriminantes basados en las 42 distancias medidas sobre representados en la Gráfica 1 muestran claramente la separación entre las dos localidades estudiadas (en el eje de la Función discriminante 1), pero además puede observarse la forma en que están separados los grupos de época seca y lluviosa de Agua Zarca (AZ) (en el eje de la Función discriminante 2), mientras que los mismos grupos para El Cuje, no se separan. Los puntos celestes numerados representan los centroides o medias de los grupos. El estadístico Lambda de Wilks, que prueba si los centroides de los grupos son iguales, presenta para este análisis valores (Tabla 3) que indican un rechazo de esta hipótesis, lo cual indica que las diferencias entre localidades y entre épocas son significativas.

Los análisis basados solamente en 6 variables mostraron un resultado equiparable al de los análisis menos rigurosos. En la Gráfica 2 puede observarse la ubicación de los individuos sobre las dos primeras funciones discriminantes resultado de este análisis. Pueden observarse los centroides o medias de los grupos y se aprecia claramente la mayor separación entre los centroides de los grupos de época seca y lluviosa de la aldea Agua Zarca.

Puede observarse claramente que la función discriminante 1 tiende a separar los grupos de Agua Zarca (valores positivos) y El Cuje (valores negativos), mientras que es el factor 2 el que tiende a separar los grupos de época seca y lluviosa de Agua Zarca, pero no los de El Cuje.

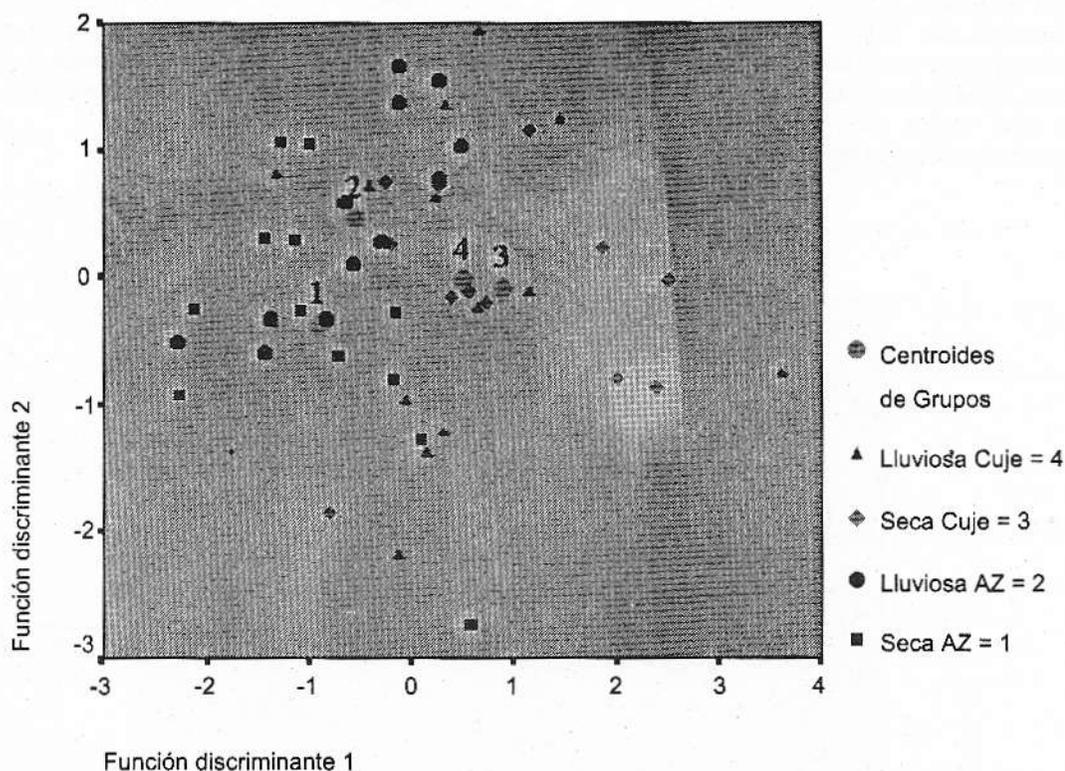


Gráfica 1. Análisis discriminante efectuado sobre 42 mediciones morfométricas realizadas sobre machos de *Triatoma dimidiata* de Agua Zarca (AZ) y El Cuje (Cuje). El análisis se efectuó después de remover las diferencias intragrupo provocadas por el tamaño isométrico, de acuerdo al protocolo de Dujardin (ver Dujardin & Le Pont 2000). Para la significancia de este análisis ver Tabla 3.

**Tabla 3.**

Valores de Lambda de Wilks para las funciones discriminantes del análisis mostrado en la Gráfica 1. Las diferencias entre los centroides de los grupos, denotadas por los ejes de las funciones discriminantes 1 y 2, son significativas.

Funciones	Lambda de Wilks	Valor <i>p</i>
1 a 3	0.000	<b><math>5.65 \times 10^{-21}</math></b>
2 a 3	0.560	<b>0.022</b>
3	0.431	0.713



**Gráfica 2.** Análisis discriminante efectuado sobre 6 mediciones morfométricas realizadas sobre machos de *Triatoma dimidiata* de Agua Zarca (AZ) y El Cuje (Cuje). El análisis se efectuó después de remover las diferencias alométricas intragrupo de acuerdo al protocolo de Klingenberg (1996). Para la significancia de este análisis ver Tabla 4.

**Tabla 4.**

Valores de Lambda de Wilks para las funciones discriminantes del análisis mostrado en la Gráfica 2. Las diferencias entre los centroides de los grupos, denotadas por la función discriminante 1 son significativas.

Funciones	Lambda de Wilks	Valor <i>p</i>
1 a 3	0.559	<b>0.046</b>
2 a 3	0.881	0.703
3	0.965	0.673

## DISCUSIÓN DE RESULTADOS

La morfometría es la descripción y comparación de formas biológicas y muchas técnicas han sido descritas para diferentes objetivos. La diferenciación métrica (morfométrica) entre poblaciones de una misma especie, al eliminar la variación en tamaño, intenta revelar patrones de variación que estén menos influenciados por factores ambientales, y es particularmente útil para estudios de variación geográfica donde las diferencias ecológicas, climáticas o altitudinales son aparentes (Dujardin *et al* 1998).

En este caso encontramos que, utilizando dos técnicas morfométricas no se detectan grandes diferencias entre los insectos de épocas seca y lluviosa de la aldea El Cuje, en Pueblo Nuevo Viñas. Este resultado nos indica que estos dos grupos representan la misma población de insectos, es decir, que existe intercambio genético entre ellos.

Por otro lado, encontramos una leve diferenciación en los grupos estudiados provenientes de una residencia en Agua Zarca, Santa María Ixhuatán. Esto nos indica que en un determinado momento a esta vivienda, ingresaron *T. dimidiata* provenientes de una población diferente a la que permanecía dentro de la casa.

La información de Agua Zarca es sumamente interesante ya que señala la existencia de por lo menos dos poblaciones de la misma especie compartiendo la misma región geográfica y estas poblaciones pueden ser diferenciadas morfométricamente. Para fines de control del vector, será necesario investigar que poblaciones de una determinada región tienen mayor importancia en la transmisión de *T. cruzi*.

Las dinámicas poblacionales en los triatominos domésticos han sido explicadas por Schofield (1985), quien propone que a medida que aumenta el número de individuos, la irritación de los hospederos aumenta, lo cual provoca una reducción en la ingesta de sangre por parte de los insectos. Esta reducción en el estatus nutricional tiene tres consecuencias principales: (1) se incrementa el tiempo de desarrollo entre estadios inmaduros, (2) se reduce la fecundidad y longevidad de las hembras, y (3) aumenta la tendencia por el vuelo dispersivo. A la vez, estos factores conducen a una reducción de la población, que después tiene a incrementarse y reiniciar el ciclo.

También se ha encontrado en *Triatoma infestans*, que la

densidad de las poblaciones es mayor durante la temporada calurosa del año (Giojalas *et al* 1990). La densidad de insectos dentro del domicilio variará dependiendo de factores como (1) interacción entre uso de insecticidas y tipo de techo, (2) la estructura de las paredes, (3) el número de perros compartiendo el área de las personas, y (4) el número de personas y animales dentro de la casa (Gürtler *et al* 1992).

Son muchos los factores implicados en la dinámica poblacional de los insectos triatominos y es posible que cada aldea o región muestre dinámicas particulares dependiendo de sus condiciones ambientales, de construcción de vivienda y otras. En el caso particular de Agua Zarca el suelo arcilloso y rocoso hace que en época lluviosa los posibles escondrijos fuera de la vivienda se llenen de agua obligando a los insectos adultos a moverse. Las temporadas seca y lluviosa en esta región son muy marcadas sobre todo por la escasez de agua en época seca. El suelo calizo de Pueblo Nuevo Viñas tiene mas escorrentía y la presencia cercana de ríos hace que la diferencia entre época seca y lluviosa sea menos marcada.

La migración o movimientos de los individuos de Triatominae se han estudiado previamente. Lehane *et al* (1992) estimaron para *T. infestans* que del 5 al 10% de la población de una casa infestada volará en una noche dada durante los meses más cálidos, cuando las temperaturas alcancen los 30°C. Si el estado nutricional de los insectos cae significativamente, se espera que esta proporción aumente al 30%.

Otras observaciones hechas respecto al vuelo dispersivo de los triatominos apuntan que: (a) la estimulación del vuelo se da por el decrecimiento de la intensidad de la luz en atardeceres cálidos (Wisnivesky-Colli *et al* 1993); (b) los vuelos dispersivos se incrementan con la temperatura y no ocurren a temperaturas menores a los 20°C (Ekkens 1981, citado por Wisnivesky-Colli *et al* 1993; Lehane *et al* 1992); (c) los vientos fuertes pueden disminuir la actividad del vuelo (Ekkens 1981, citado por Wisnivesky-Colli *et al* 1993; Schofield *et al* 1992); (d) los vuelos dispersivos son iniciados por adultos hambrientos y posiblemente causados por la ausencia y/o inaccesibilidad a fuentes de sangre (Wisnivesky-Colli *et al* 1993; Lehane *et al* 1992)

Wisnivesky-Colli *et al* (1993) comprobaron la invasión de casas por adultos de *Triatoma guasayana* y *Triatoma sordida* en Argentina en cada época de época seca,

durante siete años.

En estudios realizados sobre las distancias que pueden volar los insectos triatomínicos (Schofield *et al* 1991; Schofield *et al* 1992), se ha determinado que recorren distancias desde menos de 100 metros hasta más de 550 metros. La distancia alcanzada parece estar correlacionada con la temperatura y la velocidad del viento.

Todos estos factores descritos para otros triatomínicos podrían explicar los factores iniciadores de la dispersión de *T. dimidiata* e.: Guatemala. Debido a que existen tantas evidencias de los movimientos de los insectos durante las épocas cálidas, y a que se ha determinado que es posible que los individuos que se encuentran en un domicilio en época lluviosa sean diferentes a los que están en época seca, es muy probable que la lluvia y la temperatura sean

determinantes en los movimientos poblacionales.

Podríamos entonces recomendar, como lo hicieron Gorla & Schofield (1989), efectuar los programas de fumigación en los meses de finales de época seca y principios de época lluviosa ya que así la fumigación afectaría a los inmigrantes y a los insectos ya establecidos.

#### AGRADECIMIENTOS

Al Dr. Jean Pierre Dujardin, Dr. Chris Schofield y la red ECLAT por el apoyo para el entrenamiento en técnicas de morfometría. A los pobladores de las aldeas Agua Zarca y El Cuje por su cooperación y paciencia. A la red NETROPICA y a la Dirección General de Investigación por el apoyo financiero para realizar esta investigación.

#### BIBLIOGRAFIA

1. Dujardin, JP. 2000. Introducción a la Morfometría (con énfasis en Phlebotominae y Triatominae). Manuscrito Inédito.
2. Dujardin, JP. Le Pont, F. 2000. Morphometrics of a neotropical sandfly subspecies, *Lutzomyia carrerai thula*. C.R. Acad. Sci. Paris, Sciences de la vie. Life Sciences 323, 273-279.
3. Dujardin, JP. Forgues, G. Torrez, M. Martinez, E. Cordoba, C. Gianella, A. 1998. Morphometrics of domestic *Panstrongylus rufotuberculatus* in Bolivia. Ann. Trop. Med. Par. Vol. 92, No. 2, 219-228.
4. Dujardin, JP. Bermudez, H. Casini, C. Schofield, C. Tibayrenc, M. 1997. Metric Differences Between Silvatic and Domestic *Triatoma infestans* (Heteroptera: Reduviidae) in Bolivia. J. Med. Entomol. 34(5): 544-551.
5. Giojalas, LC. Catala, SS. Asin, SN. Gorla, DE. 1990. Seasonal changes in infectivity of domestic populations of *Triatoma infestans*. Trans. Roy. Soc. Trop. Med. Hyg. 84, 439-442.
6. Gorla, DE. Schofield, CJ. 1989. Population dynamics of *Triatoma infestans* under natural climatic conditions in the Argentine Chaco. Med. Vet. Ent. 3, 179-194.
7. Gürtler, R. Cecere, M. Rubel, D. Schweigmann, N. 1992. Determinants of the domiciliary density of *Triatoma infestans*, vector of Chagas disease. Med. Vet. Ent. 6, 75-83.
8. Jaramillo, N. 2000. Partición en tamaño y forma de los caracteres métricos y su interper en los estudio poblacionales aplicados a los Triatominae. Tesis de Doctorado. Universidad de Antioquia. Programa de Posgrado en Ciencias Básicas Biomédicas. Colombia.
9. Klingenberg, C.P. 1996. Multivariate allometry. En Marcus, LF. Conti, M. Loy, A. Naylor, GJ. Slice, DE. (editors). Advances in morphometrics. NATO ASI, Series A: Life Sciences. New York, Plenum Press, vol 284, pp 23-49.
10. Lehane, MJ. McEwan, PK. Whitaker, CJ. Schofield, CJ. 1992. The role of temperature and nutritional status in flight initiation by *Triatoma infestans*. Acta Tropica, 52, 27-38.
11. Schofield, CJ. 1985. Population dynamics and control of *Triatoma infestans*. Ann. Soc. Belge Med. Trop. 65, Suppl. 1, 149-164.
12. Schofield, CJ. Lehane, MJ. McEwan, P. Catala, SS. Gorla, DE. 1992. Dispersive flight by *Triatoma infestans* under natural climatic conditions in Argentina. Med. Vet. Ent. 6, 51-56.
13. Schofield, CJ. Lehane, MJ. McEwan, P. Catala, SS. Gorla, DE. 1991. Dispersive flight by *Triatoma sordida*. Trans. Roy. Soc. Trop. Med. Hyg. 85, 676-678.
14. Solís, S. 2000. Genetic variability and morphometrics of *Triatoma dimidiata* (Latreille, 1811) geographical populations. London School of Hygiene & Tropical Medicine. Londres. Manuscrito no publicado.
15. Wisniewsky-Colli, C. Gürtler, R. Solarz, N. Schweigmann, N. Pietrokovsky, S. Alberti, A. Flo, J. 1993. Dispersive flight and house invasion by *Triatoma guasayana* y *Triatoma sordida* in Argentina. Mem. Inst. Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, Vol. 88(1): 27-32, jan/mar