

ARTICULO ORIGINAL

Diferencias morfométricas en poblaciones de *Triatoma infestans* provenientes de las regiones Oriental y Occidental del Paraguay**Morphometric differences in *Triatoma infestans* populations from the eastern and western regions of Paraguay*****López E^I, Acosta N^I, González N^I, Fernández MJ^I, Ferreira E^{II}, Rojas de Arias A^I**^IDepartamento de Medicina Tropical, Instituto de Investigaciones en Ciencias de la Salud, Universidad Nacional de Asunción^{II}Servicio Nacional de Erradicación del Paludismo, Asunción - Paraguay**RESUMEN**

En el marco del Programa Nacional de Chagas y con los objetivos de comparar poblaciones de *Triatoma infestans* de origen geográfico diferente y determinar variaciones morfométricas de machos y hembras, se estudiaron poblaciones de vectores de 4 departamentos endémicos para la enfermedad de Chagas. Se midieron caracteres morfométricos, 7 de la cabeza y 4 de cada ala, de 150 ejemplares. El análisis uni y multivariado se utilizó para evaluar las variables de tamaño y conformación, quedando confirmado en este trabajo el dimorfismo sexual de los triatominos. En el análisis univariado no paramétrico, se observaron diferencias significativas en el tamaño y conformación de los ojos ($P < 0,05$) así como en el largo total de la cabeza ($P < 0,01$). En el análisis de componentes principales no se observaron diferencias importantes. Sin embargo, en el análisis discriminante las poblaciones de la Región Occidental (Boquerón y Pte Hayes) mostraron una tendencia conformar un solo grupo mientras que las de la Región Oriental (Paraguari y Cordillera) tendían a ser diferentes de aquellas y entre sí ($P < 0,0001$). Estos resultados apoyan la hipótesis de que las diferencias entre las poblaciones se pueden atribuir a factores ambientales. La evaluación de la forma o la persistencia de estas diferencias en generaciones sucesivas mantenidas en laboratorio, podrá corroborar la existencia o no de variaciones genéticas entre las poblaciones.

Palabras claves: Morfometría, *triatoma infestans*, diferenciación geográfica.**ABSTRACT**

In order to compare *Triatoma infestans* populations from different geographical origin and to study morphometric variations of male and female triatomines, populations from 4 departments endemic for Chagas disease were studied within the National Program of Chagas Control. Morphometric characters, 7 in the head and 4 in each wing, of 150 specimens were measured. T test was used to measure the differences between means and the uni and multi-variate analysis were used to evaluate size and conformation variables. The sexual dimorphism in size, with females being significantly bigger than males, is a general rule for triatomines which was confirmed by this study. Metric differences were also found, when comparing male ($P < 0.01$) and female ($P < 0.05$) insects from Eastern and Western regions, being smaller those from the former region. In the uni-variate non-parametric analysis, significant differences were observed in eye conformation and size ($P < 0.05$) as well as in total length and head conformation ($P < 0.01$). In specimens from the Department of Paraguari, both variables were smaller. In the analysis of the main components, no significant differences were observed. However, in the discriminating analysis the populations of the Western region

*Autor Correspondiente: **Dra. Elsa López**, Departamento de Medicina Tropical
Instituto de Investigaciones en Ciencias de la Salud. Río de la Plata y Lagerenza. Asunción-Paraguay
Email: medicinatropical@iics.una.py

(Boqueron and Presidente Hayes) showed a trend of conforming only one group while the populations of the Eastern region (Paraguari and Cordillera) tended to be different from the former and between them ($P < 0.0001$). These results support the hypothesis stating that differences between populations could be attributed to environmental factors. The evaluation of the shape or the persistence of these differences in successive generations maintained in laboratory could corroborate the existence of genetic variations between populations.

Keywords: Morphometric, *triatoma infestans*, geografic differentiation.

INTRODUCCION

La morfometría es un método cuantitativo que se basa en la realización y análisis de mediciones de algún segmento del cuerpo y que utiliza principalmente los conceptos de tamaño y forma. Además, es una herramienta eficaz en el diseño de protocolos para el control efectivo de triatomos, ya que permite detectar diferenciaciones microgeográficas muy marcadas entre poblaciones de triatomos (1,2,3). Al mismo tiempo, tiene una importancia práctica adicional porque se puede utilizar como indicador de reinfestación en las campañas de control vectorial (4). En el Paraguay, el principal vector de la enfermedad de Chagas es el *Triatoma infestans* y su eliminación se ha convertido en el objetivo primordial del Programa Nacional de lucha contra esta enfermedad (5).

Con el propósito de caracterizar las poblaciones de *T. infestans* del Paraguay y apoyar al Programa Nacional contra la enfermedad de Chagas, se realizaron comparaciones morfométricas, por zona y sexo, entre poblaciones vectoriales geográficas de *T. infestans* de cuatro departamentos endémicos de las regiones Oriental (Paraguari y Cordillera) y Occidental (Boquerón y Presidente Hayes) (6). Dichas regiones representan dos áreas distintas demográfica y epidemiológicamente, separadas en toda su extensión por una barrera natural, el río Paraguay.

El presente trabajo contribuirá a establecer un mapa de la distribución de *T. infestans* y sus componentes morfobiométricos en el Paraguay, lo cual será de gran utilidad para entender la dinámica de las reinfestaciones y de esta manera aportar nuevos datos para una eliminación eficaz del vector.

MATERIALES Y MÉTODO

Insectos:

Se recogieron un total de 148 especímenes adultos, incluyendo 73 machos y 75 hembras en domicilios de 4 departamentos endémicos entre 1998-1999. Se analizaron microscópicamente los contenidos rectales de los insectos para detectar la presencia de *Trypanosoma cruzi* y luego se procedió a la disección de los mismos. Las cabezas, alas y gónadas se mantuvieron en seco a -20°C en solución fijadora y las antenas en etanol, mientras que las patas, el tórax y el contenido intestinal se conservaron a -70°C para estudios posteriores.

Las cabezas y las alas se utilizaron para realizar el análisis morfométrico.

Area geográfica:

Los departamentos de Presidente Hayes y Boquerón, pertenecientes a la región Occidental, forman parte de la zona del Bajo Chaco, constituyendo una llanura aluvial situada al norte del río Pilcomayo. Las precipitaciones son escasas y se registran grandes variaciones de temperatura durante el día (de hasta 20°C) y a lo largo del año (hasta 48°C en verano y -7°C en invierno). La vegetación se caracteriza por palmeras de Karanda'y (*Copernicia alba*) que son usadas por los habitantes para la construcción de sus viviendas (7). A pesar de que el Chaco constituye el 70% de la superficie total, su población representa menos del 3% de la población total (7,8). La población es escasa pero heterogénea, compuesta por varias etnias indígenas, criollos de origen hispánico e inmigrantes de origen germánico y se dedica principalmente a la ganadería. El acceso a

las localidades es uno de los principales problemas debido a la falta de medios de comunicación.

Los departamentos de Paraguarí y Cordillera pertenecen a la región Oriental, la cual tiene el 98,2% de la población total (8) y es la zona donde las rutas internacionales conectan el país con el Brasil y la Argentina. Presentan una topografía de valles y pequeños cerros, vegetación más abundante y clima más húmedo. La población se dedica principalmente a la agricultura, la maderería y la ganadería (Fig. 1).

Medidas Morfométricas:

Se tomaron siete mediciones de la cabeza de cada espécimen: EE, distancia externa entre los ojos; LT, largo de la cabeza; AT, largo del tubérculo antenífero; AO, distancia ante ocular; WE, diámetro del ojo; R2 y R3, longitud del segundo y tercer segmento rostral, respectivamente. Para el ala, se tomaron 4 mediciones, considerando las distancias lineales entre los siguientes puntos: W1-2, entre 1y2; W3-7, entre 3y7; W3-6, entre 3y6; W2-5, entre 2y5 (Fig.2).

Todas las mediciones se hicieron basándose en dibujos proyectados por una cámara lúcida utilizando una magnificación de 40X para la cabeza y de 25X para el ala. El mismo investigador realizó todas las mediciones en duplicado.

Análisis numérico

Se realizó análisis uni y multivariado del tamaño y conformación. Las medias y desviaciones estándares para cada carácter se compararon por sexo, departamento y región usando el análisis univariado no paramétrico de Kruskal Wallis (1972). Para cada comparación, se corroboró la significancia usando la corrección de Bonferroni. En el análisis multivariado los datos de las mediciones de cabeza y ala se separaron previamente por sexo y luego se transformaron en logaritmos naturales para realizar el análisis de los componentes principales (PCA) y el análisis de variación canónica (CVA).

Para el estudio de la asimetría, se utilizó el análisis propuesto por Palmer y Strobeck (1986) que examina la contribución de las diferencias entre los individuos, entre lados y entre los lados, según los individuos a la variación total. Todos los cálculos se realizaron utilizando el programa JMP® 3.2.2, 1995.

Tamaño

En el análisis univariado de las mediciones de la cabeza, no se encontraron diferencias significativas entre los departamentos de la región Occidental y en un carácter (WE) en machos en la región Oriental. Sin embargo, al comparar ambas regiones se encontraron diferencias significativas en cuatro caracteres (EE, WE, AO y LT) tanto en hembras como en machos. En cuanto a las alas, al comparar los departamentos de cada región entre sí, todos los caracteres mostraron diferencias significativas en ambos sexos en la Región Oriental, mientras que en la Región Occidental se encontraron diferencias significativas para tres de los caracteres (W2-5, W3-6 y W3-7) sólo en machos (Tabla 1).

En el análisis multivariado de las mediciones de la cabeza, se constató la existencia de una diferencia de tamaño entre la región Occidental y la Oriental (Fig. 3), siendo más pequeños los triatominos de ésta última, específicamente los de Paraguarí. En las alas se volvió a constatar esta reducción gradual del tamaño desde la región Occidental a la Oriental, siendo los triatominos de Paraguarí los más pequeños.

Conformación

No se encontraron diferencias significativas entre las dos regiones al medir la cabeza de las hembras y sólo un carácter (WE) en los machos. Mientras que en las alas, se encontró una diferencia significativa para un carácter (W2-5) en los machos y dos (W3-7 y W3-6) en las hembras (Tabla 1).

Dimorfismo

En las mediciones de la cabeza, se encontraron diferencias significativas en cuatro caracteres en la Región Oriental (LT, EE, WE y AO) y en la Región Occidental (EE, LT, AO y R2).

En las mediciones de las alas, se encontraron diferencias significativas en todos los caracteres en la región Occidental y sólo en un carácter (W1-2) en la Oriental (Tabla 1 y Fig 4).

Asimetría

No se encontraron diferencias significativas entre el ala izquierda y derecha en machos ni en hembras de la región Occidental y de la región Oriental, mientras que en machos de la región Oriental se encontró asimetría direccional para el carácter W3-6 ($P < 0,05$).

Figura 1. Mapa del origen de las poblaciones de *Triatoma infestans* estudiadas



Figura 2. Aspecto dorsal y lateral de la cabeza de *Triatoma infestans* adultos (arriba) y a las superiores o hemielitros (abajo).

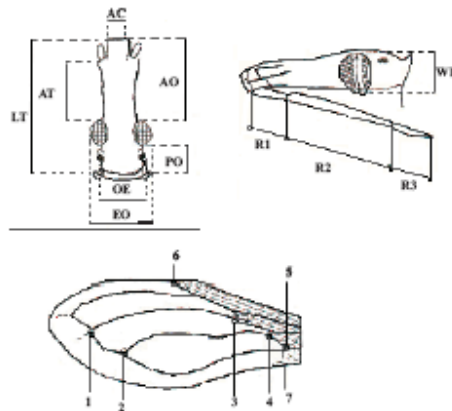


Figura 3. Proyección de las mediciones de las alas sobre la primera variable canónica, mostrando la variabilidad de *Triatoma infestans* por región y departamento.

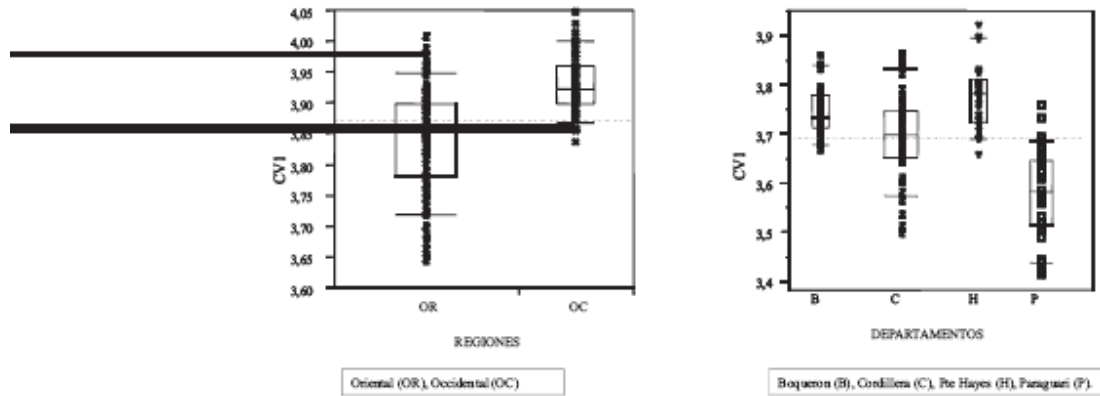


Figura 4. Proyección de *Triatoma infestans* machos y hembras sobre el primer (PC1) y segundo (PC2) componentes principales. Los polígonos encierran ejemplares de ambas regiones: Oriental (A) y Occidental (B).

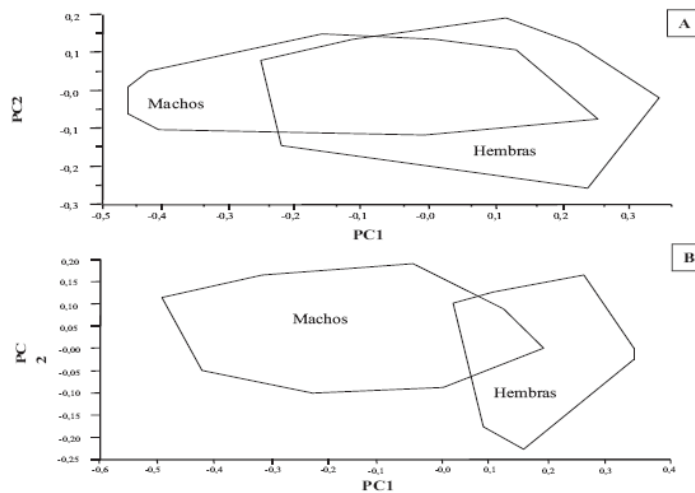


Tabla 1: Análisis Univariado de *Triatoma infestans* de Paraguay
Referencias: Var: Variables Bonf: Corrección de Bonferroni

Tabla 1: Análisis Univariado de <i>Triatoma infestans</i> de Paraguay									
Var	Entre hembras y machos								
	Cabeza				Alas				
	Oriental		Occidental		Oriental		Occidental		
	P	Bonf	P	Bonf	Var	P	Bonf	P	Bonf
LT	0,001	S	0,0084	S	W12	0,0022	S	<0,0001	S
EE	0,012	S	0,0038	S	W67	0,0618	NS	<0,0001	S
VE	0,0037	S	0,1287	NS	W86	0,0915	NS	<0,0001	S
AO	0,0041	S	0,0343	S	W25	0,186	NS	<0,0001	S
AT	0,091	NS	0,0847	NS					
R2	0,0274	NS	0,0389	S					
R3	0,2304	NS	0,104	NS					

Entre Oriental y Occidental									
Var	Tamaño								
	Cabeza				Alas				
	Machos		Hembras		Machos		Hembras		
	P	Bonf	P	Bonf	Var	P	Bonf	P	Bonf
LT	0,0041	S	0,0109	S	W12	0,0247	NS	<0,0001	S
EE	0,0122	S	0,0032	S	W87	0,0392	NS	<0,0001	S
VE	<0,0001	S	0,0037	S	W86	0,0559	NS	<0,0001	S
AO	0,001	S	0,0071	S	W25	0,0281	NS	<0,0001	S
AT	0,0889	NS	0,0653	NS					
R2	0,0462	NS	0,2305	NS					
R3	0,0403	NS	0,156	NS					

Confirmación									
Var	Cabeza								
	Machos				Hembras				
	P	Bonf	P	Bonf	Var	P	Bonf	P	Bonf
LT	0,0033	NS	0,1629	NS	W12	0,1294	NS	0,0757	NS
EE	0,0009	NS	0,1372	NS	W87	0,4776	NS	0,0074	S
VE	<0,0001	S	0,1433	NS	W86	0,0195	NS	0,0004	S
AO	0,2536	NS	0,1698	NS	W25	0,0062	S	0,3325	NS
AT	0,2891	NS	0,5562	NS					
R2	0,0009	NS	0,3949	NS					
R3	0,9954	NS	0,9957	NS					

DISCUSIÓN

Las diferencias métricas y de dimorfismo sexual estadísticamente significativas entre ambas regiones, con especímenes de la Región Occidental más grandes que los de la Oriental, se podrían atribuir no sólo a factores ambientales como temperatura y humedad, las cuales exhiben diferencias bien marcadas entre estas regiones durante todo el año, sino también a las características microclimáticas y de construcción del ambiente doméstico y al acceso de los insectos a la fuente de alimentación.

En la región Occidental, las viviendas se construyen en su totalidad con troncos de palma y cuentan por lo general con un único ambiente que favorece el hacinamiento de la familia y sus animales domésticos, mientras que en la región Oriental la arquitectura domiciliar presenta al menos dos ambientes y las construcciones predominantes son las paredes de barro y los techos de paja, con índices de hacinamiento familiar menos marcados que en la región Occidental.

Si bien los resultados obtenidos confirman la existencia de dimorfismo sexual en triatominos, con hembras más grandes que los machos (9), es importante destacar que éste es más acentuado en la región Occidental, lo cual, junto con las diferencias de tamaño, variabilidad y conformación encontradas, nos sugieren que el proceso de domesticación es más reciente en esta región. Esta hipótesis estaría apoyada en datos históricos, los cuales han mostrado la existencia de una relación entre la reducción de tamaño y la dirección de migración de los triatominos (10). En Paraguay, los datos establecen que la población del país siempre estuvo concentrada en la región Oriental, donde las migraciones y el intercambio comercial con los países limítrofes se realizaron principalmente a través de los ríos Paraguay y Paraná, especialmente después de la Guerra de la Triple Alianza (1870) (Chase 2000, comunicación personal). En contraste, la región Occidental, debido a una combinación de factores históricos y ambientales, se mantuvo aislada hasta la llegada de los menonitas (1826) por falta de medios de comunicación, siendo escasas las migraciones poblacionales entre Bolivia y Paraguay (11). Esto hace suponer, teniendo en cuenta el mecanismo de dispersión de los triatominos, que sería improbable que *T. infestans* se haya introducido solamente a través de Bolivia, como se ha planteado anteriormente. Si bien se necesitarían mayores estudios para comprobar esta teoría, es más probable suponer que este triatomo se introdujo desde la Argentina o el Brasil a la región Oriental del país, y a la región Occidental desde dos direcciones: del Chaco Boliviano y de la región Oriental paraguaya propiamente dicha en un tiempo reciente, como lo demuestra la ausencia de asimetría en los especímenes de ambas regiones.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo fue financiado por la Red ECLAT y la Fundación AVINA. Agradecemos especialmente al personal del SENEPA del Programa Nacional de Chagas en la persona de la Dra. Graciela Russomando, por habernos facilitado los ejemplares estudiados en este trabajo.

BIBLIOGRAFÍA

1. Dujardin JP, Bermudez H, Gianella A, Cardozo L, Ramos E, Sarabia R, et al. Uso de marcadores genéticos en la vigilancia entomológica de la enfermedad de Chagas. En: Cassab JRA, Noireau F&Gillén G.(eds).Chagas: la enfermedad en Bolivia, Conocimientos científicos al inicio del programa de control La Paz. Ediciones Gráficas "EG". 1999.
2. Casini CE, Dujardin JP, Martínez M, Bentos-Pereira A, Salvatella R. Morphometric differentiation between two geographic populations of *Triatoma infestans* in Uruguay. *Research and Reviews in Parasitology* 1995; 55(1): 25-30.
3. Dujardin JP, Bermudez H, Casini C, Schofield CJ, Tibayrenc M. Metric Differences between Silvatic and Domestic *Triatoma infestans* (Heteroptera: Reduviidae) in Bolivia. *J Med Entomol* 1997; 34(5): 544-51.
4. Dujardin JP, Bermudez H, Schofield CJ. The use of morphometrics in entomological surveillance of

silvatic foci of *Triatoma infestans* in Bolivia. *Acta Tropica* 1997; 66: 145-53.

5. Rojas de Arias A. Chagas Disease in Paraguay. PAHO/HCP/HCT/72/96.OPS. Oficina Paraguaya Panamericana. OPS/HCP/HCT/94/97. Iniciativa del Cono Sur: La eliminación del *Triatoma infestans* y la interrupción de la tripanosomiasis americana transfusional. Asunción: Evaluación del Programa en Paraguay. 1997.

6. Renshaw J. Los Indígenas del Chaco Paraguayo: Economía y Sociedad. Asunción: Dirección General de Estadística y Censo (DGEC). Censo Nacional de Población y Viviendas. 1992.

7. Lent H & Wygodzinsky P. Revision of the Triatominae (Hemiptera:Reduviidae), and their significance as vectors of Chagas disease. *Bulletin of the American Museum of Natural History*. 1979; 163: 127-520.

8. Dujardin JP, Muños M, Chavez T, Ponce C, Moreno J, Schofield CJ. The origin of *Rhodnius prolixus* in Central America. *Medical and Veterinary Entomology*. 1998; 12: 113-15.