

Análisis morfométrico de *Panstrongylus geniculatus* de Caracas, Venezuela

Elis Aldana¹, Edgar Heredia-Coronado¹, Francys Avendaño-Rangel¹, Eliécer Lizano¹, Juan Luis Concepción², Rafael Bonfante-Cabarcas³, Claudia Rodríguez-Bonfante⁴, María Magdalena Pulido⁵

¹ Laboratorio de Entomología "Herman Lent", Departamento de Biología, Facultad de Ciencias, Universidad de Los Andes, Mérida, República Bolivariana de Venezuela.

² Laboratorio de Enzimología de Parásitos, Departamento de Biología, Facultad de Ciencias, Universidad de Los Andes, Mérida, República Bolivariana de Venezuela.

³ Unidad de Bioquímica y ⁴Unidad de Investigaciones en Parasitología Médica, Decanato de Medicina, Universidad Centroccidental "Lisandro Alvarado", Barquisimeto, República Bolivariana de Venezuela.

⁵ Laboratorio de Inmunológica 215, Medicina Experimental, Facultad de Medicina, Universidad Central de Venezuela, Caracas, República Bolivariana de Venezuela.

Introducción. En años recientes se han encontrado *P. geniculatus* infectados con *Trypanosoma cruzi* en ambientes rurales y urbanos de Caracas, Venezuela, lo que indica adaptaciones de dicha especie, considerada históricamente como silvestre, a ambientes artificiales.

Objetivo. Determinar la presencia de dimorfismo sexual como indicador de adaptación al domicilio.

Materiales y métodos. Mediante análisis generalizado de Procrustes y análisis elíptico de Fourier, se analizaron el tamaño isométrico y la conformación de alas, cabezas y pronotos de *P. geniculatus* capturados activa y pasivamente en domicilios en sectores urbanos de Altigracia y Petare de Caracas, y provenientes de ambientes rurales o silvestres de Sanare en el municipio Andrés Eloy Blanco en el estado Lara.

Resultados. Se observó dimorfismo sexual al considerar el tamaño de las alas en los especímenes capturados en Sanare, las cuales fueron mayores en las hembras que los machos. Asimismo, las alas y cabezas de las hembras capturadas en Caracas fueron más pequeñas comparadas con las de las hembras provenientes de Sanare. No se encontraron diferencias significativas en cuanto a la conformación del pronoto.

Conclusiones. Con base en el supuesto de que, por dimorfismo sexual, el tamaño es más reducido en triatomíneos domiciliados que en los silvestres, se concluye que *P. geniculatus* de Caracas están adaptados al domicilio, lo que constituye un factor de riesgo en la transmisión de la enfermedad de Chagas en dicha ciudad.

Palabras clave: enfermedad de Chagas, tamaño isométrico, conformación, contorno.

Morphometric analysis of *Panstrongylus geniculatus* (Heteroptera: Reduviidae) from Caracas City, Venezuela

Introduction. In recent years, the assassin bug, *Panstrongylus geniculatus*, has been found infected with *Trypanosoma cruzi* in rural and urban areas of Caracas, Venezuela. Although historically this insect has been considered a forest species, it has become adapted to more urban artificial environments.

Objective. The presence of sexual dimorphism was determined as an indicator of adaptation to domiciles.

Material and methods. By Generalized Procrustes Analysis (GPA) and Elliptical Fourier Analysis (EFA), the isometric size and shape of wings, head and pronotums of *P. geniculatus* was assessed for actively and passively captured specimens. These were collected within domiciles in urban areas of Petare and Altigracia in Caracas City, and from rural or wild environments of Sanare in Andres Eloy Blanco in the state of Lara.

Results. Sexual dimorphism was observed in the Sanare specimens, with female wings consistently larger than male wings. Similarly, female wings and heads from bugs captured in Caracas were smaller than those of female bugs captured in Sanare. No significant differences in the conformation of the pronotum were found between male and female bugs.

Conclusions. Based on the assumption that the sexual dimorphism of bugs is reflected by smaller size in domesticated triatomines than in wild bugs, the conclusion is that Caracas *P. geniculatus* has become adapted to living indoors. This represents an additional risk factor for the Chagas disease transmission in Caracas.

Key words: Chagas disease, isometric size, shape, outline.

Cova-García y Suárez (1) encontraron *Panstrongylus geniculatus* distribuido ampliamente en la mayoría de los estados del país, asociado a cuevas de armadillos y no asociado a los domicilios. Estos autores señalaron que la presencia de *P. geniculatus* en Venezuela fue mencionada por primera vez por F. Walker en 1873. Esta especie ha sido encontrada en los medios rurales de casi todos los estados del país e infectada naturalmente por *Trypanosoma cruzi*, agente etiológico de la enfermedad de Chagas (2).

Panstrongylus geniculatus se conoce como una especie que vive preferencialmente en cuevas en el hábitat silvestre y se asocia con desdentados, didélfidos y roedores (3-6). Sin embargo, en Venezuela en años recientes se han encontrado formas adultas e inmaduras infectadas por *T. cruzi* en los domicilios, tanto del medio rural: Hoyo de la Puerta, estado Miranda (7), El Guamito, estado Lara (8), como en el medio urbano de Caracas y sus alrededores (9).

Estos hallazgos dan cuenta de la adaptación a ambientes artificiales de dicha especie. Se ha propuesto la reducción del tamaño de la hembra y la consecuente reducción del dimorfismo sexual, como marcador de la domiciliación de los triatominos, al encontrarse mediante morfometría tradicional en *Triatoma infestans* y *Rhodnius domesticus* domiciliarios (o colonias de laboratorio), la reducción del tamaño de la cabeza de las hembras (10).

En este trabajo analizamos morfométricamente por sexo, la forma y el tamaño de las alas, las cabezas y los pronotos de *P. geniculatus* capturados en los sectores de Petare y Altigracia de Caracas, con el fin de revelar si *P. geniculatus* está adaptado al domicilio en estos sectores o si, por el contrario, su presencia obedece a sucesivas reinfestaciones del domicilio desde algún hábitat extradomiciliario. La importancia de esta información reside en que el riesgo de transmisión vectorial de la enfermedad de Chagas y la estrategia de control o eliminación del vector depende de si la presencia de los insectos en los domicilios se debe a reinfestaciones o a la domiciliación del vector.

Correspondencia:

Elis Aldana, Laboratorio de Entomología "Herman Lent", Departamento de Biología, Núcleo "Pedro Rincón Gutiérrez", Edificio "A", Facultad de Ciencias, La Hechicera, Mérida 5101, República Bolivariana de Venezuela.
Teléfono Laboratorio: +58 274 2401312. Fax: +58 274 2401293.
aldana@ula.ve

Recibido: 29/07/10; aceptado: 02/12/10

Materiales y métodos

Material entomológico

En el marco del Programa Nacional de la Enfermedad de Chagas, los habitantes de Petare (10° 28' 7 06" latitud norte, 66° 48' 44,7" longitud oeste) y Altigracia (10° 30' 66,2" latitud norte, 66° 55' 16,76" longitud oeste) capturaron activa y pasivamente *P. geniculatus*, entre septiembre de 2008 y mayo de 2009. La identificación de los triatominos se hizo según la clave de Lent y Wygodzinsky (3); se analizaron alas izquierdas, cabezas y pronotos, de 57 machos y 45 hembras.

Asimismo, en el marco del Programa de Pasantías Rurales de la Escuela de Medicina de la Universidad Centro Occidental "Lisandro Alvarado", se visitó la localidad de Sanare (09°44'40,00" latitud norte, 69°39'34,04" longitud oeste) en el municipio Andrés Bello Blanco. Mediante capturas pasivas y activas conjuntamente con las comunidades, se recolectaron los triatominos en ambientes silvestres. Se analizaron alas izquierdas, cabezas y pronotos de 40 machos y 39 hembras. Estos *P. geniculatus*, por haber sido capturados en ambientes silvestres, se usaron como grupo control, es decir, en ellos se esperaba que hubiera dimorfismo sexual en cuanto al tamaño de las estructuras analizadas, con base en la propuesta del dimorfismo sexual como marcador de la domiciliación de los triatominos (10).

Imágenes

Una vez disecadas las alas, las cabezas y los pronotos, se tomaron las imágenes con una lupa Leica S6D conectada a una cámara digital Canon Power Shot A590 IS a 2 aumentos para las alas, 3 aumentos para las cabezas y 2,4 aumentos para los pronotos.

Análisis generalizado de Procrustes

La morfometría de alas, cabezas y pronotos se realizó mediante análisis generalizado de Procrustes. Las imágenes de cabezas consistían en fotos digitalizadas con los puntos anatómicos de referencia. Se seleccionaron siete puntos anatómicos de referencia, tanto para alas como para cabezas, y cuatro para los pronotos. Según sus categorías (11), en las alas todos los puntos anatómicos de referencia son de tipo 1; en las cabezas, los puntos 1, 3, 5 y 7 son de tipo 1, el 4 es de tipo 2, y los 2 y 6 son de tipo 3; en los pronotos, los puntos 1 y 2 son de tipo 3, y los 3 y 4 son de tipo 2 (figura 1).

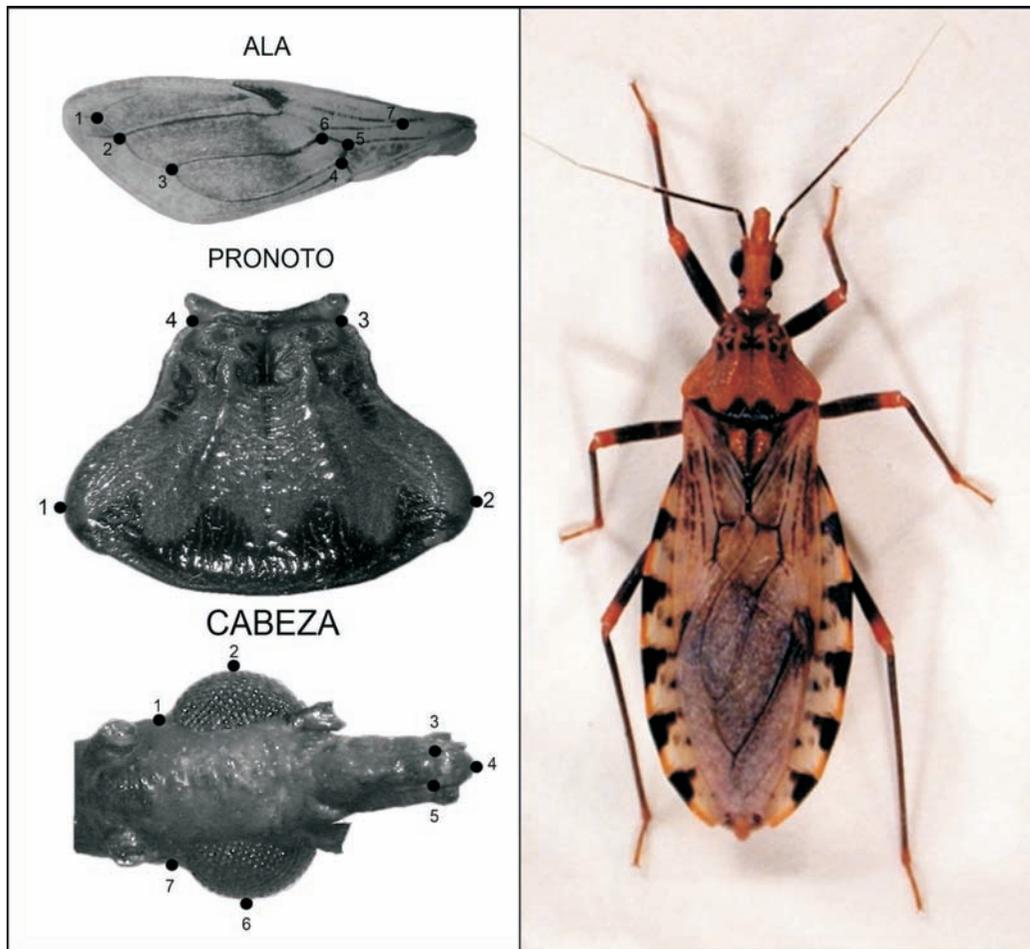


Figura 1. Puntos anatómicos de referencia seleccionados sobre ala, cabeza y pronoto de *Panstrongylus geniculatus* de Caracas. A la derecha ejemplar hembra de *P. geniculatus* de Sanare.

Los puntos anatómicos de referencia se digitalizaron utilizando el programa tpsDig, versión 1.18 (12). Posteriormente, mediante el programa MOG, versión 0.71 (13), se eliminó el tamaño isométrico y se crearon las variables de conformación morfológica mediante el análisis generalizado de Procrustes. Se hizo directamente un análisis discriminador sobre las variables de conformación, el cual incluyó un análisis multivariado de varianza (MANDEVA) para evaluar la igualdad de las conformaciones medias.

Se compararon los tamaños de cabezas, alas y tórax de triatominos de sexos diferentes y de un mismo hábitat, y las conformaciones de insectos de un mismo sexo y de diferentes hábitats. El análisis estadístico del tamaño y de la conformación se llevó a cabo con el programa Past, versión 1,64 (14). Por último, se reconocieron los cambios de conformación que resultaron de los cambios de

tamaño, es decir, la alometría, mediante el programa Padwin, versión 82 (15). Los efectos alométricos se examinaron con este mismo programa mediante análisis de regresión lineal simple, en el cual las variables de conformación actuaron como variables dependientes, y el tamaño y la localidad de procedencia de los triatominos, como variables independientes. Para el análisis del tamaño, se empleó el estadístico no paramétrico de Kruskal-Wallis con corrección de Bonferroni. Se tomó 0,01 como valor de p.

Análisis elíptico de Fourier

El análisis elíptico de Fourier se realizó exclusivamente en pronotos. Las imágenes fueron digitalizadas con el Adobe Photoshop CS3® (2007, Adobe Systems, Incorporate Systems Ltd.), con el cual se obtuvieron las siluetas de los pronotos de *P. geniculatus* (figura 2). Luego de obtener los contornos, se usó el tpsDig, versión 1.18 (12), para

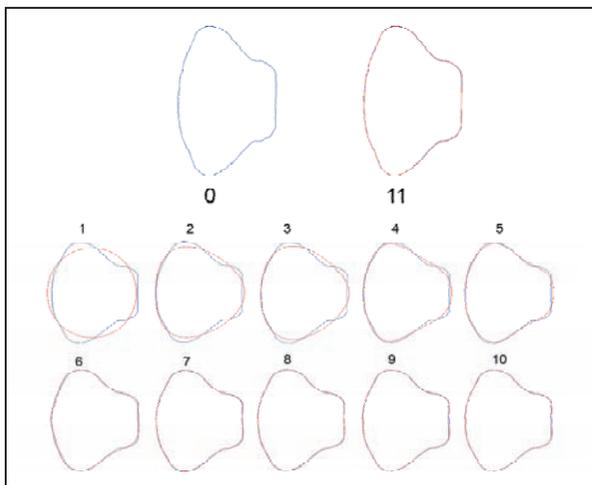


Figura 2. Reconstrucción (después de extraer el parámetro tamaño) del contorno del pronoto mediante 11 armónicos y representación del contorno original (0). El número (1-11) corresponde la número del armónico usado para la reconstrucción del correspondiente contorno.

determinar las coordenadas y la cantidad de puntos que describirían los contornos; se tomaron 300 puntos para describir cada contorno. Luego se usó el programa EFAWIN para Windows (<http://life.bio.sunysb.edu/morph/>) para generar los coeficientes de Fourier de cada armónico o contorno. Se hicieron las normalizaciones de tamaño, rotación y del primer punto digitalizado. Se compararon las conformaciones de los pronotos de triatomínicos del mismo sexo de localidades diferentes. La serie de armónicos fue interrumpida en el armónico 11, debido a que visualmente se observó el ajuste del contorno a las siluetas de los pronotos. Las matrices de coeficientes de los 11 armónicos para los grupos analizados obtenidas en el EFAWIN, se trasladaron al programa Past, versión 1,64 (14), para realizar un test de "multinormalidad" (Mardia) y, dado que no se detectó, se procedió a analizar mediante un MANOVA no paramétrico (euclidiano).

Resultados

Análisis generalizado de Procrustes

Análisis del tamaño isométrico

Alas. La figura 3 muestra la variación de los tamaños isométricos de las alas de machos y hembras recolectados en Caracas y Sanare. Se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los sexos de Sanare ($p < 0,01$); en el macho fueron más pequeñas, pero no se encontraron diferencias entre las hembras y los machos de Caracas ($p \geq 0,01$), es decir, se detectó dimorfismo sexual en cuanto al tamaño isométrico

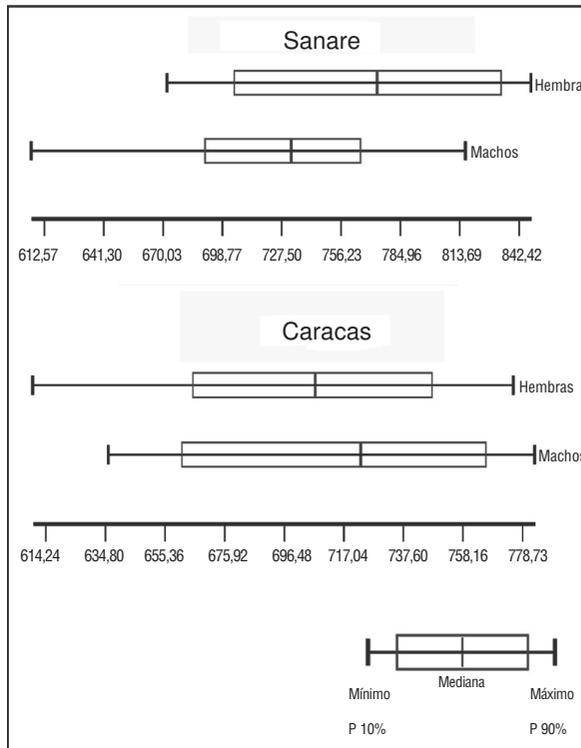


Figura 3. Variación del tamaño isométrico de alas de *P. geniculatus* de Sanare y Caracas.

de alas en especímenes de Sanare, pero no de Caracas. Al comparar triatomínicos del mismo sexo de distintas localidades, sólo se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre las hembras ($p < 0,01$), y las de Caracas tendían a ser más pequeñas.

Cabeza. La figura 4 muestra la variación de los tamaños isométricos de las cabezas de machos y hembras recolectados en Caracas y Sanare. No se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre hembras y machos de Sanare ni de Caracas ($p \geq 0,01$). Al comparar triatomínicos del mismo sexo de distintas localidades, sólo se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre las hembras y las de Caracas tendían a ser más pequeñas ($p < 0,01$).

Pronoto. La figura 5 muestra la variación de los tamaños isométricos de los pronotos de machos y hembras recolectados en Caracas y Sanare. No se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre las hembras y los machos, ni de Sanare ni de Caracas ($p \geq 0,01$). Al comparar insectos del mismo sexo de distintas localidades, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre hembras ni entre machos ($p \geq 0,01$).

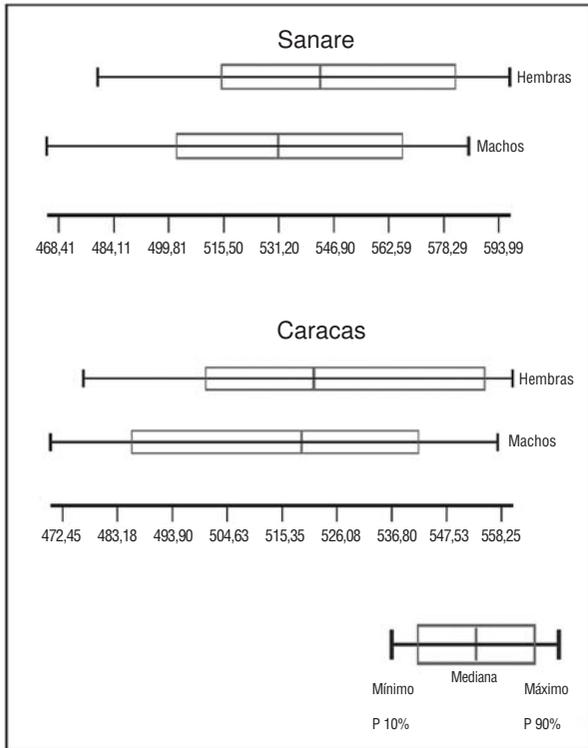


Figura 4. Variación del tamaño isométrico de cabezas de *P. geniculatus* de Sanare y Caracas.

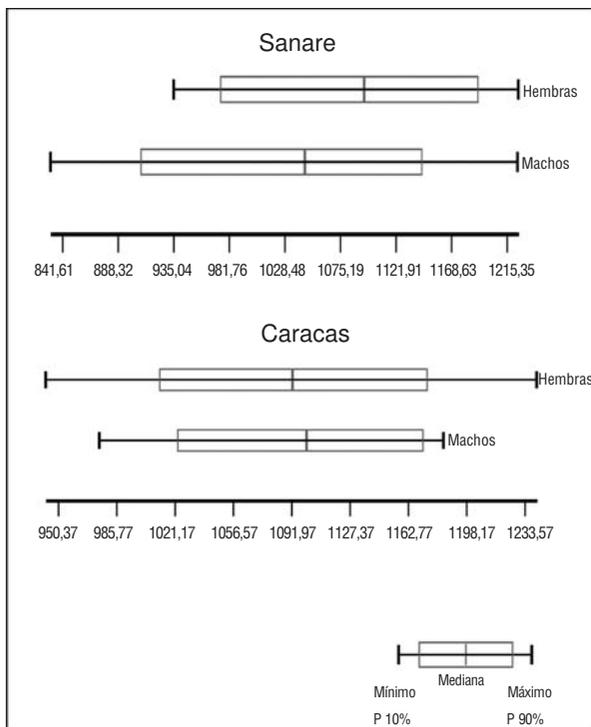


Figura 5. Variación del tamaño isométrico de pronotos de *P. geniculatus* de Sanare y Caracas.

Análisis de la conformación

Alas. La figura 6 muestra la variación de las conformaciones de las alas de machos y hembras recolectados en Caracas y Sanare. No se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre las hembras ni entre los machos de Sanare y Caracas ($p \geq 0,01$). El único factor discriminante aporta el 100% de la variación.

Cabeza. La figura 7 muestra las variaciones de las conformaciones de las cabezas de machos y hembras recolectadas en Caracas y Sanare. No se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre las hembras ni entre los machos de Sanare y Caracas ($p \geq 0,01$). El único factor discriminante aporta el 100% de la variación.

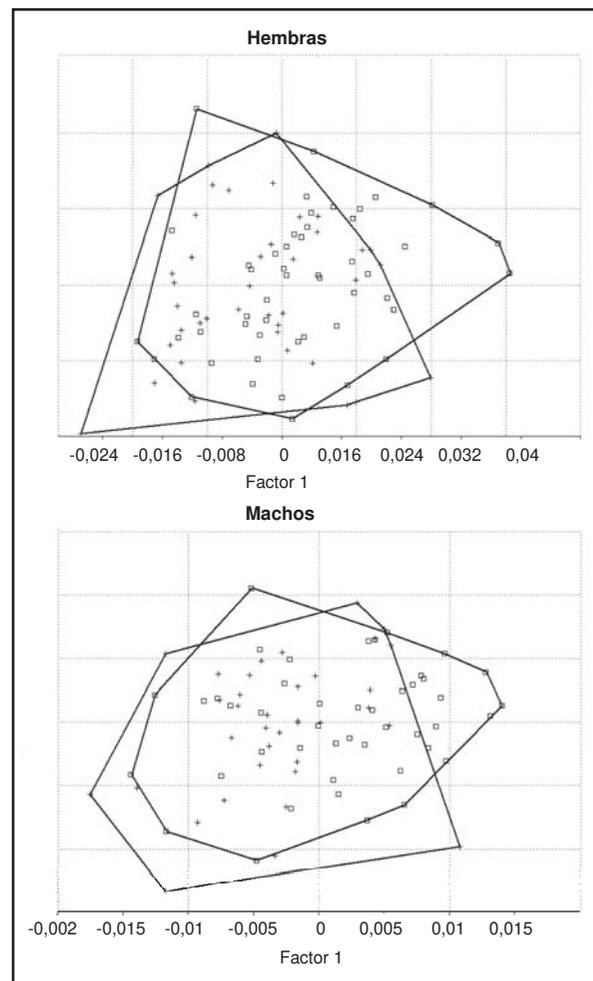


Figura 6. Diagrama factorial en las variables de conformación resultante del análisis discriminante de la configuración geométrica de alas de *P. geniculatus*. + Sanare, □ Caracas. (Hembras: $p:0,3788$ Wilk's:0,8648 F:1,094 gl:10/70 Machos: $p:0,5893$ Wilk's:0,9036 F:0,8428 gl:10/79). Factor 1, único factor discriminante, aporta 100% de la variación.

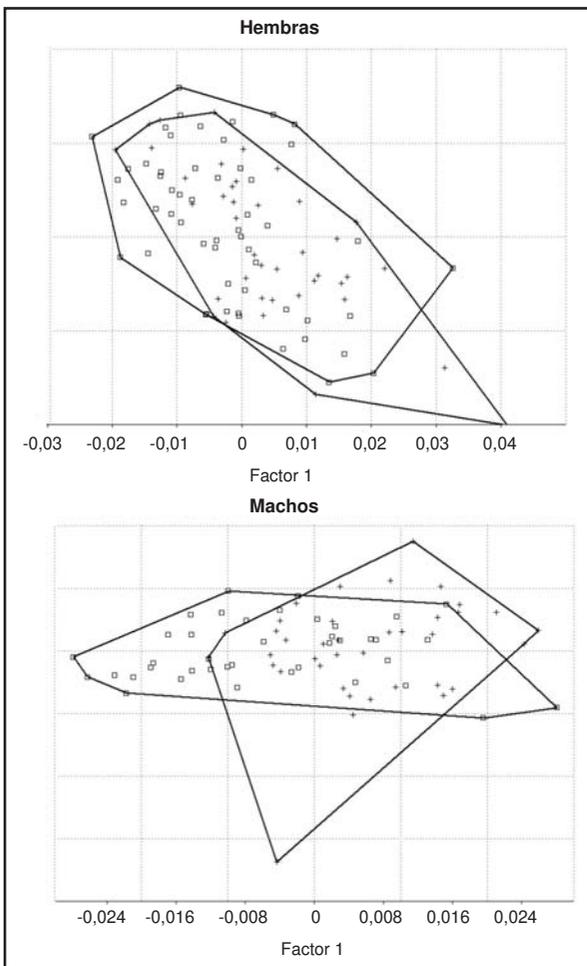


Figura 7. Diagrama factorial en las variables de conformación resultante del análisis discriminante de la configuración geométrica de cabezas de *P. geniculatus*. + Sanare, □ Caracas. (Hembras: p:0,02 Wilk's:0,7532 F:2,195 gl:10/67 Machos: p: 0,3567 Wilk's:0,8835 F:1,121 gl:10/85). Factor 1, único factor discriminante, aporta 100% de la variación.

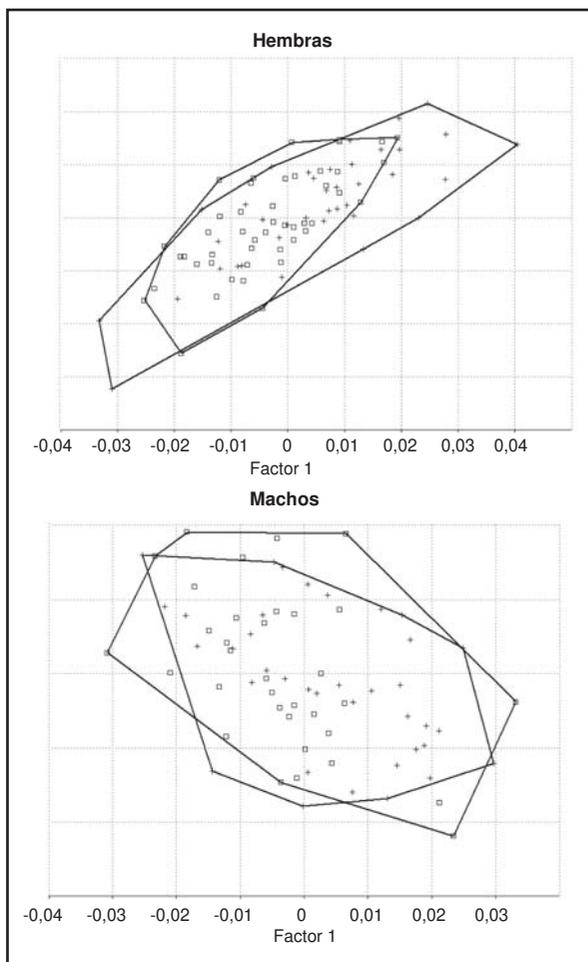


Figura 8. Diagrama factorial en las variables de conformación resultante del análisis discriminante de la configuración geométrica de pronotos de *P. geniculatus*. + Sanare, □ Caracas. (Hembras: p:0,2272 Wilk's:0,9192 F:1,451 gl:4/66 Machos: p:0,04529 Wilk's:0,8868 F:2,552 gl:4/80). Factor 1, único factor discriminante, aporta 100% de la variación.

Pronoto. La figura 8 muestra las variaciones de las conformaciones de los pronotos de machos y hembras colectadas en Caracas y Sanare. No se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre las hembras ni entre los machos de Sanare y Caracas ($p \geq 0,01$). El único factor discriminante aporta el 100% de la variación.

Alometría. No se detectó alometría en los análisis de las cabezas, las alas y los pronotos, ni en machos ni en hembras, tal como lo muestran los valores bajos de los coeficientes de determinación (R^2) (cuadro 1).

Análisis elíptico de Fourier

El análisis elíptico de Fourier del contorno del pronoto reveló que no había diferencias

estadísticamente significativas al comparar los contornos de hembras y machos de Sanare y Caracas ($p \geq 0,01$).

Discusión

La transmisión vectorial de la enfermedad de Chagas tanto en Venezuela como en el resto de los países latinoamericanos, ha estado asociada a los ambientes rurales en condiciones socioeconómicas precarias y a especies de triatominos de acentuada característica antropofílica. Sin embargo, se han reportado hallazgos de colonización del domicilio en áreas urbanas por parte de especies asociadas a ambientes del medio rural.

Así, por ejemplo, *T. infestans* se ha encontrado domiciliado en casas de adobe en Lima (Perú)

Cuadro 1. Análisis de regresión lineal, el tamaño como variable independiente y la conformación y la localidad como variables dependientes. Caracas (CCS); Sanare (AEB).

Estadísticas	Alas		Cabezas		Pronotos	
	Hembras CCS Vs. AEB	Machos CCS Vs. AEB	Hembras CCS Vs. AEB	Machos CCS Vs. AEB	Hembras CCS Vs. AEB	Machos CCS Vs. AEB
R ²	0,060	0,060	0,080	0,013	0,126	0,004
t de Student	2,24	2,36	2,57	1,09	3,15	0,61
Grados de libertad	79	88	76	94	69	83
Correlación (%)	6	6	8	1	12	0

R²: coeficiente de correlación; CCS: Caracas; AEB: Andrés Eloy Blanco

(16); *T. sordida* se ha hallado en viviendas consolidadas y palomares en ecótopos urbanos de Corrientes (Argentina) (17); en San Juan, también en Argentina, en un sector urbano de 768 apartamentos, descubrieron *T. infestans* tanto en los apartamentos como en los palomares localizados en las torres de dichos apartamentos (18) También, se han encontrado indicios de la tendencia a la colonización del domicilio por *T. sordida* y *P. geniculatus*, en la provincia de Corrientes en Argentina (19) y de *P. geniculatus*, en Brasil (20). En Bolivia se encontró *T. infestans* infectado por *T. cruzi* e infestando los domicilios construidos con barro en áreas urbanas en Cochabamba (21). En Venezuela también se ha observado en años recientes la colonización de domicilios, tanto en áreas rurales como urbanas, por especies de triatomos asociadas a ambientes silvestres y consideradas vectores secundarios en la transmisión de la enfermedad de Chagas. *Triatoma maculata* se ha encontrado infectada por *T. cruzi* y colonizando el domicilio en la localidad de Xaguas, en el medio rural del centro-occidente del país (22).

En cuanto a *P. geniculatus*, especie asociada al ambiente silvestre y a los armadillos como fuente alimenticia, se ha encontrado en los últimos años colonizando el domicilio y alimentada de otras fuentes sanguíneas. Se ha observado a *P. geniculatus* infectado por *T. cruzi* y asociado a ratas, en Hoyo de la Puerta en el estado Miranda (23). Por otra parte, otros autores han descrito también señales de domiciliación, infección por *T. cruzi* y alimentación sobre humano, respectivamente, en los ambientes rurales de El Guamito en el centro-occidente del país y en Caracas y sus adyacencias urbanas (8,9).

Más recientemente, en el centro-norte de Venezuela, se encontró que la presencia de *P. geniculatus*

en los domicilios estaba asociada a la cobertura vegetal, la temperatura (24-26 °C), la humedad relativa (50 a 80 %), el número de animales en la vivienda (más de 5) y al número de personas y otros animales en la vivienda (13 o más) (7). Las zonas estudiadas en dicho trabajo incluyeron la ciudad de Caracas y los estados Aragua, Miranda y Vargas, sin discriminar entre las zonas urbanas, rurales y silvestres. La comparación de dichos resultados con la presencia de *P. geniculatus* en Petare y Altigracia, descrita en el presente trabajo, se ve limitada por el hecho que estos últimos se refieren estrictamente a zonas urbanas de la Gran Caracas; sin embargo, es de destacar la emergencia de *P. geniculatus* como vector de la enfermedad de Chagas en el centro-norte de Venezuela (9,23).

En el marco del Programa Nacional de Enfermedad de Chagas, se han encontrado formas inmaduras y adultos de *P. geniculatus* en los domicilios de los sectores Altigracia y Petare en Caracas. El análisis morfológico de estos insectos se hizo sobre el supuesto que, de ser morfológicamente diferentes a los capturados en condiciones silvestres, entonces *P. geniculatus* de Caracas habría desarrollado adaptaciones a este ambiente urbano y no se trataría de reinfestaciones desde algún hábitat extradomiciliario, lo cual es de gran interés para el desarrollo de políticas de control o eliminación del vector.

Uno de los aspectos analizados fue el dimorfismo sexual del tamaño isométrico, ya que este carácter ha sido propuesto como marcador de colonización del domicilio, al encontrarse que las diferencias de tamaño de la cabeza entre el macho y la hembra, son menores cuando los insectos colonizan el domicilio (10).

En el presente trabajo se encontró, mediante el análisis generalizado de Procrustes, que hay

diferencias significativas en el tamaño isométrico del ala al comparar machos y hembras de *P. geniculatus* capturados en el ambiente silvestre de Sanare en el estado Lara, mientras que no se encontró dimorfismo sexual del tamaño isométrico de alas, cabezas ni pronotos en *P. geniculatus* de los sectores de Caracas. Esto se podría interpretar como que *P. geniculatus* de Petare y Altagracia ha desarrollado adaptaciones a las condiciones particulares de estos ambientes. Una de ellas podrían ser las fuente sanguíneas, que suponemos sean ratas, perros y humanos, considerando que éstos son abundantes en el medio urbano y que se han reportado hallazgos de alimentación sobre ratas de los *P. geniculatus* capturados en el estado Miranda (23).

En un estudio reciente se propone que la convivencia de *P. geniculatus* con el hombre en Caracas, está permitiendo la contaminación fecal de alimentos por parte de los insectos, emergiendo así una nueva realidad epidemiológica, como es la transmisión oral de *T. cruzi* (24).

Según la propuesta de la reducción del dimorfismo sexual como marcador de domiciliación en triatomíneos (10), se esperaría que la talla de los insectos domiciliados fuera menor que la de los capturados en condiciones silvestres; esto fue lo encontrado en el presente trabajo, ya que las alas y las cabezas de hembras de *P. geniculatus* de Caracas, son significativamente más pequeñas que las de *P. geniculatus* capturados en Sanare.

La diferencia de la conformación en una población está sujeta a las variaciones de adaptación a diferentes exigencias medioambientales, pudiendo ser el subproducto del crecimiento individual, es decir, alometría (25). Según estos autores, las diferencias de conformación libres de alometría indican que las diferencias genéticas son estables y fijadas después de adaptaciones prolongadas a ecosistemas diferentes.

En el presente trabajo no encontramos diferencias de conformación al comparar cualquiera de las estructuras analizadas, ni entre machos ni entre hembras; sólo se encontraron diferencias de tamaño isométrico de alas y cabezas entre las hembras y dimorfismo sexual sólo en los individuos procedentes de Caracas, por lo que, con base en lo señalado por otros autores (25), consideramos que es probable que tales diferencias (tamaño isométrico de hembras y reducción del dimorfismo sexual) sean de fijación reciente y probablemente

no hayan pasado por un proceso de adaptación prolongado al nuevo ecosistema urbano, como son en este caso, los domicilios de Petare y Altagracia de la Gran Caracas.

El hecho de que no se haya encontrado efecto alométrico en las alas, cabezas y pronotos, ni diferencias de conformación entre hembras ni entre machos de Sanare y Caracas, podría ser interpretado como que hay una misma manera de crecer en los insectos capturados en Sanare y en Caracas, que ha conducido a diferentes tamaños, es decir que tal diferencia de tamaño sería de origen fisiológico como respuesta a condiciones ecológicas locales diferentes, como se ha sugerido en trabajos previos (26).

Sin embargo, en el presente trabajo sí se encontró reducción del dimorfismo sexual en los insectos domiciliados, lo que permite considerar que las diferencias de tamaño son de origen genético y no ambiental. Alternativamente, se podría también interpretar que las diferencias de tamaño entre *P. geniculatus* de Sanare y Caracas son explicables por el fenómeno de norma de reacción, es decir que el patrón de expresión fenotípica que compromete al tamaño depende de una variedad de condiciones ambientales.

Dado que el análisis elíptico de Fourier del contorno de los pronotos en otros grupos de insectos, como los coleópteros, ha revelado diferencias entre poblaciones de una misma especie (27) o entre especies estrechamente relacionadas filogenéticamente (28), se compararon los contornos entre un mismo sexo de los *P. geniculatus* de Sanare y Caracas. No se encontraron diferencias estadísticamente significativas al comparar las hembras o los machos de ambas localidades.

En resumen, se puede decir que *P. geniculatus* de Caracas son diferentes a los de un ambiente silvestre y rural del país, como lo es Sanare en el municipio Andrés Bello del estado Lara, y que aquellos están adaptados al domicilio, lo cual supone un factor de riesgo en la transmisión de la enfermedad de Chagas en estos sectores de Caracas. Vale destacar que, hace aproximadamente 50 años, *P. geniculatus* había sido señalada como una especie silvestre, asociada a las cuevas de los armadillos y no asociada a los domicilios, en los sectores de Catia, El Calvario, El Valle y Pro-Patria de Caracas (1); es decir que la presencia de *P. geniculatus* en Caracas no es un hecho reciente, pero sí lo es la colonización de los domicilios.

Agradecimientos

A las comunidades de Sanare y Caracas que participaron en la recolección del material entomológico.

Conflicto de intereses

Los autores declaramos que no hay conflicto de intereses.

Financiación

Proyecto financiado por el Ministerio del Poder Popular para la Salud, Dirección de Investigación y Educación, Proyecto N° 490088000 Acción 490088009, y por el Vicerrectorado Académico de la Universidad Centro-Occidental "Lisandro Alvarado" (Barquisimeto, Venezuela) en el marco de los Proyectos Integrales.

Referencias

1. **Cova-García P, Suárez M.** Estudio de los triatominos en Venezuela. Publicación No 11. Vargas, División de Malariología, MSAS. Venezuela. 1959; 209.
2. **Otero M, Jiménez JC, Carcavallo RU, Ortega R, Tonn RJ.** Actualización de la distribución geográfica de *Triatominae* (Hemiptera, Reduviidae) en Venezuela. Boletín de la Dirección de Malariología y Sanidad Ambiental. 1975;15:217-30.
3. **Lent H, Wygodzinsky P.** Revision of the *Triatominae* (Hemiptera, Reduviidae) and their significance as vectors of Chagas' disease. Bull Am Mus Nat Hist. 1979;163:123-520.
4. **Gaunt M, Miles M.** The ecotopes and evolution of triatomine bugs (*Triatominae*) and their associated *Trypanosomes*. Mem Inst Oswaldo Cruz. 2000;95:557-65.
5. **Patterson J, Barbosa S, Feliciangeli MD.** On the genus *Panstrongylus* Berg 1879: Evolution, ecology and epidemiological significance. Acta Trop. 2008;110:187-99.
6. **Molinari J.** Variación geográfica en los venados de cola blanca (*Cervidae, odocoileus*) de Venezuela, con énfasis en *O. margaritae*, la especie enana de la Isla de Margarita. Memorias de la Fundación La Salle de Ciencias Naturales. 2007;167:29-72.
7. **Reyes-Lugo M.** *Panstrongylus geniculatus* Latreille 1811 (Hemiptera: Reduviidae: *Triatominae*), vector de la enfermedad de Chagas en el ambiente domiciliario del centro-norte de Venezuela. Biomédica. 2009;20:180-205.
8. **Feliciangeli MD, Carrasco H, Patterson JS, Suárez B, Martínez C, Medina M.** Mixed domestic infestation by *Rhodnius prolixus* Stål, 1859 and *Panstrongylus geniculatus* Latreille, 1811, vector incrimination, and seroprevalence for *Trypanosoma cruzi* among inhabitants in El Guamito, Lara State, Venezuela. Am J Trop Med Hyg. 2004;71:501-5.
9. **Carrasco HJ, Torrellas A, García C, Segovia M, Feliciangeli MD.** Risk of *Trypanosoma cruzi* I (Kinetoplastida: Trypanosomatidae) transmission by *Panstrongylus geniculatus* (Hemiptera: Reduviidae) in Caracas (Metropolitan District) and neighboring States, Venezuela. Int J Parasitol. 2005;35:1379-84.
10. **Dujardin JP, Steindel M, Chávez T, Machane M, Schofield CJ.** Changes in the sexual dimorphism of *Triatominae* in the transition from natural to artificial habitats. Mem Inst Oswaldo Cruz. 1999;94:565-9.
11. **Bookstein FL.** Morphometric tools for landmark data: Geometry and biology. Cambridge: Cambridge University Press; 1991. p. 435.
12. **Rohlf FJ.** TPSdig, Version 1.18. New York: Department of Ecology and Evolution State, University of New York Stony Brook; 2006. Fecha de consulta: 15 de marzo de 2008. Disponible en: <http://life.bio.sunysb.edu/morph/index.html>.
13. **Dujardin JP.** MOG (morfometría geométrica) versión 0.71. Institut de Recherches pour le Développement (IRD), Montpellier-France, 2005. Fecha de consulta: 15 de marzo de 2008. Disponible en: <http://life.bio.sunysb.edu/morph/index.html>.
14. **Hammer Ø, Harper DA, Ryan PD.** PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. Pal Elec. 2001;4:9. Fecha de consulta: 15 de marzo de 2008. Disponible en: http://palaeoelectronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm.
15. **Dujardin JP.** PAD versión 82. Institut de Recherches pour le Développement (IRD), Montpellier-France ; 2006. Fecha de consulta: 15 de marzo de 2008. Disponible en: <http://www.mpl.ird.fr/morphometrics>.
16. **Tejada A, Llanos B.** Presencia del *Triatoma infestans* en la ciudad de Lima. Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública. 1958;12:90-8.
17. **Bar M, Oscherov E, Damborsky M.** Presencia de *Triatoma sordida* Stål, 1859 en ecotopos urbanos de la ciudad de Corrientes, Argentina. Rev Saúde Pública. 1993;27:117-22.
18. **Vallvé S, Rojo H, Wisnivesky-Colli C.** Ecología urbana de *Triatoma infestans* en Argentina. Asociación entre *Triatoma infestans* y palomares. Rev Saúde Pública. 1995;29:192-8.
19. **Damborsky M, Bar M, Oscherov E.** Detección de triatóminos (Hemiptera: Reduviidae) en ambientes domésticos y extradomésticos. Corrientes, Argentina. Cad Saúde Pública. 2001;17:843-9.
20. **Valente V.** Potential for domestication of *Panstrongylus geniculatus* (Latreille, 1811) (Hemiptera, Reduviidae, Triatominae) in the municipality of Muaná, Marajó Island, State of Pará, Brazil. Mem Inst Oswaldo Cruz. 1999;94:399-400.
21. **Medrano-Mercado N, Ugarte-Fernández R, Butrón V, Uber-Busek S, Guerra HL, De Araújo-Jorge T, et al.** Urban transmission of Chagas disease in Cochabamba, Bolivia. Mem Inst Oswaldo Cruz. 2008;103:423-30.
22. **Rojas M, Várquez P, Villarreal M, Velandia C, Vergara L, Morán Y, et al.** Estudio seroepidemiológico y entomológico sobre la enfermedad de Chagas en un área infestada por *Triatoma maculata* (Erichson 1848) en el centro-occidente de Venezuela. Cad Saude Publica. 2008;24:2323-33.
23. **Reyes-Lugo M, Rodríguez-Acosta A.** A domiciliation of the sylvatic Chagas disease vector *Panstrongylus geniculatus* Latreille, 1811 (Triatominae: Reduviidae) in Venezuela. Trans R Soc Trop Med Hyg. 2000;94:508.
24. **Alarcón B, Díaz-Bello Z, Colmenares C, Zavala-Jaspe R, Mauriello L, Díaz MP, et al.** Transmisión urbana de la enfermedad de Chagas en Caracas, Venezuela: aspectos epidemiológicos, clínicos y de laboratorio. Biomédica. 2009;20:158-64.

25. **Jaramillo N, Caro-Riaño H.** Diferencias morfométricas entre *Rhodnius prolixus* Stål, 1859 y *R. pallescens* Barber, 1932. pp. 71. En: Guhl F, editor. Memorias del Primer Taller Internacional sobre Control de la Enfermedad de Chagas. Bogotá, Colombia: CIMPAT; 2005. Fecha de consulta: 19 de febrero de 2010. Disponible en: <http://cdiaec.uniandes.edu.co/Capitulo%201.pdf>.
26. **Jaramillo N, Castillo D, Wolf M.** Geometric morphometric differences between *Panstrongylus geniculatus* from field and laboratory. Mem Inst Oswaldo Cruz. 2002; 97:667-73.
27. **Garnier S, Magniez-Jannin F, Rasplus J-Y, Alibert P.** When morphometry meets genetics: Inferring the phylogeography of *Carabus solieri* using Fourier analyses of pronotum and male genitalia. J Evol Biol. 2005;18:269-80.
28. **Faille A, Deliot P, Queinnec E.** A new cryptic species of *Aphaenops* (Coleoptera: Carabidae: Trechinae) from a French Pyrenean cave: Congruence between morphometrical and geographical data confirm species isolation. Ann Soc Entomol. 2007;43:363-70.