

**EVALUACIÓN DEL GRADO DE DIMORFISMO SEXUAL EN UNA POBLACIÓN NATURAL CUBANA DE
PERIPLANETA AMERICANA (BLATTARIA: BLATTIDAE)**

Reinier NÚÑEZ-BAZÁN y Dennis DENIS ÁVILA*

Dpto. Biología Animal y Humana Facultad de Biología, Universidad de La Habana. 25 y J
No. 455, Vedado, La Habana, Cuba* Autor para correspondencia: dda@fbio.uh.cu

RESUMEN: El dimorfismo sexual es uno de los patrones morfológicos más difundidos en el reino animal. En insectos es común encontrar diferencias morfológicas entre sexos, pero son escasos los trabajos que se enfocan en este tema. En la especie *Periplaneta americana* (Blattodea), a pesar del amplio conocimiento que existe, no hay antecedentes de la evaluación de este fenómeno. En el presente trabajo se describen las diferencias morfométricas entre sexos en esta especie, a partir de la medición de seis variables morfométricas tradicionales y los descriptores de forma del pronoto en una muestra de 117 individuos colectados en la población natural de la cueva caliente de El Vaho, Mayabeque. Se obtuvieron diferencias entre sexos en tanto en forma como en todas las dimensiones lineales, excepto en la longitud de la tibia, en rangos que varían entre 3,9 - 8,3 %. Con la excepción de la longitud del cuerpo, las hembras tuvieron valores mayores que los machos. La variable de mayor diferencia intersexual fue el ancho del cuerpo, posiblemente relacionado con la capacidad de portar los huevos. Se concluye que *P. americana* presenta el patrón de dimorfismo sexual de tamaño, frecuente en otros insectos blátidos, donde las hembras son más pequeñas y anchas que los machos, evidenciando diferencias en cuanto a hábitos y funciones ecológicas asociadas a cada sexo.

PALABRAS CLAVE: dimorfismo sexual, morfometría clásica, forma del pronoto, Blattodea

ABSTRACT: ASSESMENT OF THE DEGREE OF SEXUAL DIMORPHISM IN A WILD CUBAN POPULATION OF *PERIPLANETA AMERICANA* (BLATTARIA: BLATTIDAE). Sexual dimorphism is one of the most frequent morphological patterns in animal kingdom. In insects is common to find morphological differences among sexes but papers focused on this subject are rare. In *Periplaneta americana* (Blattodea), although widely known, there is no previous assessment of this phenomena. In current communication, we describe morphometrics differences among sexes in this species, form measurement of six traditionally used variables and Fourier descriptors of pronotum in a sample of 117 individuals collected in a natural population based on a warm cave El Vaho, Mayabeque. We found differences among sexes both in size

and shape in all variables but tibia length, ranging from 3.9 - 8.3 %. With the only exception of body length, females show higher values than males. Most different variables among sexes were the body wide, possibly related to the egg carrying capacity in females. We conclude that *P. americana* show the same dimorphic size pattern, frequent in other blattid insects, were females are lesser buy wider than males, reflecting differences in habits and ecological functions associated to each sex. .

KEYWORDS: sexual dimorphism, classic morphometry, pronotum shape, Blattodea

El dimorfismo sexual está definido como diferencias fenotípicas entre machos y hembras de una misma especie, apreciable en forma, coloración y tamaño. Este dimorfismo es un patrón que aparece a lo largo del reino animal y se exhibe en múltiples formas (Berns, 2013), siendo una de las más comunes el dimorfismo sexual de tamaño (Andersson, 1994). En adición a este, hembras y machos a menudo difieren ampliamente en las formas de sus estructuras (Hendry *et al.*, 2006 y Butler *et al.*, 2007). Curiosamente, a pesar de que la forma puede contribuir a varias funciones como alimentación, apareamiento, cuidado parental y otras características del ciclo de vida, los patrones de dimorfismo sexual en formas han recibido históricamente considerablemente menos atención que las diferencias de tamaño (Hedrick y Temeles, 1989; Lande y Arnold, 1985; Gidaszewski *et al.*, 2009). Sin embargo, utilizar medidas de tamaño y de forma simultáneamente resulta en una cuantificación mucho más completa del dimorfismo sexual, debido a que estos dos componentes pueden estar o no relacionados (Berns, 2013). Además, varios han sido los autores que destacan la importancia del tamaño y la forma en la taxonomía y ecología, y no han sido pocos los casos de especies cuyos sexos han sido inicialmente descritos como especies distintas a causa de las marcadas diferencias morfológicas (Mayr 1969, Whitman y Agrawal 2009).

La clase Insecta es un grupo donde es común encontrar diferencias entre sexos. Varios han sido los trabajos que

se enfocan en el dimorfismo sexual en estos grupos, entre los que se encuentra el de Gidaszewski *et al.* (2009) quienes abordaron la evolución del dimorfismo sexual en la forma del ala de *Drosophila melanogaster*. Worthington *et al.* (2012) cuantificaron cambios complejos de forma en características adquiridas por selección sexual en moscas de ojos pedunculados (Diptera: Diopsidae) y resaltaron la importancia del análisis de la forma. Bonduriansky (2006) trató la evolución convergente del dimorfismo sexual de forma en el orden Diptera. Varios trabajos han evaluado el dimorfismo sexual en coleópteros, por ejemplo, Romero *et al.* (2010) evaluaron las diferencias sexuales en receptores antenales de *Phyllophaga ravidia* (Coleoptera). Cepeda-Pizarro *et al.* (2003) abordan la morfometría y el dimorfismo sexual de *Elasmoderus wagenknechti* y Tanaka *et al.* (2006) analizan, en *Dasylepida ishigakiensis* (Scarabaeidae), el dimorfismo en dimensiones corporales y sencillos antenales.

Sin embargo, a pesar de estos antecedentes, son mayoría los grupos de insectos donde están ausentes estos estudios. Entre ellos, está el orden Blattodea sobre el cual solo aparecen referencias en trabajos generales (Bell *et al.*, 2007; Yuwei *et al.* 2012 y Claudio *et al.*, 2015). En este orden, sin embargo, es común encontrar diferencias morfológicas entre sexos de una misma especie, apreciables en tamaño, color y forma o en estructuras específicas. Schaffer y Sanchez (1976) mencionan el dimorfismo sexual en la densidad de órganos sensoriales olfatorios de las antenas en cinco especies de *Periplaneta*. Bell *et al.*, (2007) sugieren que varias de estas diferencias indican que las exigencias de encontrar y ganar una pareja deben haber influido altamente en la evolución morfológica de las cucarachas.

Dentro de este grupo de insectos se encuentra *Periplaneta americana* (Linnaeus), que es uno de los insectos blátidos más ampliamente distribuidos en el mundo (Hebard, 1917) y posiblemente el más conocido popularmente. Debido a la abundancia y fácil desarrollo de sus poblaciones y sus hábitos de vida, es considerada una especie plaga (McKittrick, 1964), además de ser vector de numerosas enfermedades (Rust *et al.*, 1991) e invasora de muchos ecosistemas (Sampedro *et al.*, 1977; de Armas *et al.*, 1989 y 1990; Longueira, 2006). A pesar de ser una de las especies más conocidas y relativamente estudiadas dentro del orden, no existen prácticamente antecedentes que se enfoquen en las diferencias morfológicas entre sexos. La única excepción, es el trabajo de Hebard (1917), quién muestra medidas morfométricas lineales de individuos aislados en distintas zonas de Estados Unidos, pero considera que las diferencias de tamaño se deben enteramente a la variación entre individuos.

Dada la ausencia de información sobre este tema y la importancia del reconocimiento preciso de los sexos en los individuos de una población para estimar diferentes parámetros poblacionales – sobre todo en especies invasoras y plagas- como base para los manejos adecuados, el objetivo del presente trabajo es evaluar los niveles de dimorfismo sexual en una población cubana de *Periplaneta americana*, en una cueva caliente. Si bien, la especie se asocia primariamente con la antropización, aparece invadiendo ecosistemas naturales como es el caso de las cuevas calientes. De las 94 cuevas de este tipo reportadas en Cuba

por Longueira (2006), 21 se mencionaron invadidas por *P. americana*, y el 42 % de las analizadas en su estudio presentaban afectaciones más o menos severas a causas de su presencia. En una población en condiciones naturales se compararon los sexos en esta especie, en términos de dimensiones morfométricas externas y forma del pronoto.

Para la evaluación del dimorfismo se colectaron manualmente 117 especímenes adultos (que se identifican por la presencia de alas) de *Periplaneta americana*, 73 hembras y 44 machos, de la población residente en la cueva caliente El Vaho, provincia Mayabeque, Cuba. Los individuos fueron almacenados en alcohol al 70 % para su transporte al laboratorio, donde se les tomaron seis medidas morfométricas lineales (Fig. 1): ancho de la cabeza (AC), ancho del pronoto (AP), largo del pronoto (LP), longitud de la tibia (LT) tomando la tercera pata izquierda, longitud del ala después del pronoto (LADP) y ancho del abdomen (AA). Las mediciones se realizaron utilizando un Pie de Rey de 0,01 mm de precisión.

Los pronotos, como estructuras sexualmente dimórficas indicadas por Bell *et al.* (2007), fueron fotografiados con una cámara digital para la evaluación de las formas a través de sus contornos. Las imágenes fueron procesadas a través de la manipulación del brillo y contraste, recortados los pronotos y binarizadas. Para extraer los contornos se empleó el programa *SHAPE* (Iwata y Ukai 2002), el cual utiliza los descriptores elípticos de Fourier (DEF) con 20 armónicos, para caracterizar las formas. Los pasos del análisis incluyen la obtención de un código de cadena (secuencia numérica que describe el contorno y permite reconstruirlo), la normalización de los contornos con base a la primera elipse armónica, el cálculo de los descriptores de Fourier (coeficientes de los senos y cosenos de la serie de Fourier) y su reducción por medio de un Análisis de Componentes Principales (Polihronakis, 2006). Los puntajes de los componentes efectivos se constituyen en las variables que describen las formas, y son procesados estadísticamente como cualquier otra variable lineal. El procesamiento digital de las imágenes fue realizado en el programa *Adobe Photoshop* (*Adobe Systems*) versión 8.0.

Las variables se describieron a partir de sus valores medios, errores estándares y coeficientes de variación, en el programa *Statistica v8.0*. Como variable derivada de proporciones se calculó el índice entre el ancho del abdomen y el largo de las alas después del pronoto. Con todas las variables, con fines exploratorios, se realizó un Escalado Multidimensional no Métrico (EMNM) empleando la distancia euclídeana en el programa *Past v2.14*. La comprobación estadística de las diferencias se realizó por medio de un análisis de Montecarlo, con el cual se obtuvieron los intervalos de confianza por remuestreo del tamaño de efecto de cada variable, empleando para ello el *PopTools*, complemento (*add-ins*) del MS Excel. Los tamaños de efecto, a fin de hacerlo comparables entre estructuras y poder comparar los niveles de dimorfismo, se relativizaron a porcentaje del valor mayor.

Los estadísticos descriptivos de cada variable morfométrica evaluada se muestran en la tabla 1. La ausencia de superposición en los intervalos de confianza es un criterio estadísticamente suficiente para asegurar la existencia de diferencias significativas en todas las variables, excepto

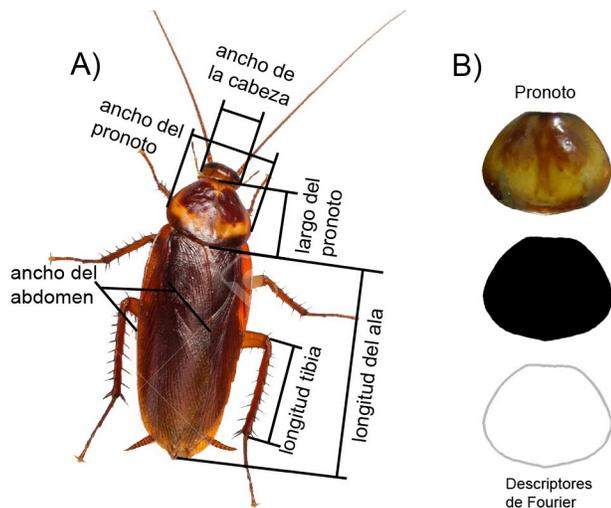


FIGURA 1. Variables morfométricas empleadas para la evaluación del grado de dimorfismo sexual en una población cubana de *Periplaneta americana* (Blattaria: Blattidae). A) Dimensiones lineales B) Forma del pronoto.

FIGURE 1. Morphometric variables used to assess sexual dimorphisms degree in a Cuban wild population of *Periplaneta americana* (Blattaria: Blattidae). A) Lineal dimensions, B) Pronotum shape.

en la longitud de la tibia. El análisis exploratorio de estas variables analizadas (Fig. 2) evidenció la tendencia general a un significativo dimorfismo entre sexos a partir de las variables evaluadas, con mayores variabilidades en las hembras.

El análisis de la dispersión de los tamaños de efecto (diferencias) entre sexos mostró las diferencias significativas indicadas por los intervalos de confianza en todas las variables morfométricas lineales, excepto en la longitud de la tibia (Fig. 3). Las hembras, en relación con los machos, tuvieron más anchas las cabezas (5,9 %) y los pronotos (4,0 %). El largo del pronoto también fue un 3 % mayor en hembras que en machos.

Las diferencias en la cabeza podrían estar relacionadas con capacidades sensitivas distintas, que se expresan en la forma y tamaño de los ojos e inserción de las antenas

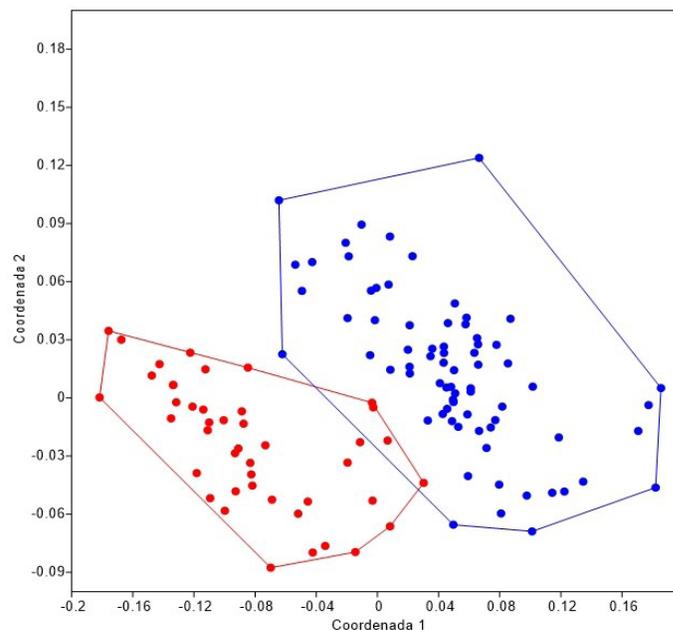


FIGURA 2. Escalado multidimensional no-métrico de las variables morfométricas lineales de ambos sexos de *Periplaneta americana* (Blattaria: Blattidae) (rojo: machos; azul: hembras).

FIGURE 2. Non metric multi-dimensional scaling with morphometric lineal variables of both sexes in *Periplaneta americana* (Blattaria: Blattidae) (red: males; blue: females).

(Hebard, 1917). Esto coincide con lo mencionado por Bell *et al.* (2007), quienes exponen que en muchas especies de cucarachas los miembros masculinos, más activos, tienen ojos más unidos y las hembras con menos actividad tienden a poseer los ojos más separados. Por la ausencia de información de la ecomorfología de esta especie no se puede descartar que entre sexos aparezcan diferencias conductuales o en la dieta, que se puedan estar reflejando en diferencias en el aparato mandibular y, con estas, en el ancho de la cabeza. Trabajos futuros pudieran enfocarse en la evaluación de las diferencias a nivel de rostro o mandíbulas, y en el tamaño y disposición de los ojos.

La única variable en la cual los machos fueron consistentemente mayores a las hembras fue en la longitud del cuerpo (16,9 % más grandes). En la medida del largo de las alas

TABLA 1. Estadísticos descriptivos de seis variables morfométricas lineales entre sexos de *Periplaneta americana* (Blattaria: Blattidae) en una población natural cubana.

TABLE 1. Descriptive statistics of the six lineal morphometric variables in both sexes of *Periplaneta americana* (Blattaria: Blattidae) from a wild Cuban population.

Variables (mm)	Sexo	Machos (N=44)					Hembras (N=73)				
		Media	IC-95%	IC+95%	CV	SD	Media	IC-95%	IC+95%	CV	SD
Ancho de la cabeza		5,11	5,03	5,19	5,18	0,04	5,32	5,24	5,40	6,39	0,04
Ancho del pronoto		9,82	9,66	9,98	5,44	0,08	10,25	10,08	10,43	7,20	0,09
Largo del ala		7,86	7,72	8,01	6,06	0,07	8,25	8,11	8,39	7,31	0,07
Longitud de la tibia		11,93	11,63	12,23	8,19	0,15	11,70	11,43	11,98	10,0	0,14
Longitud del cuerpo		29,24	28,78	29,71	5,22	0,23	24,71	24,26	25,17	7,83	0,23
Ancho del abdomen		10,83	10,60	11,06	6,93	0,11	12,05	11,85	12,26	7,42	0,10

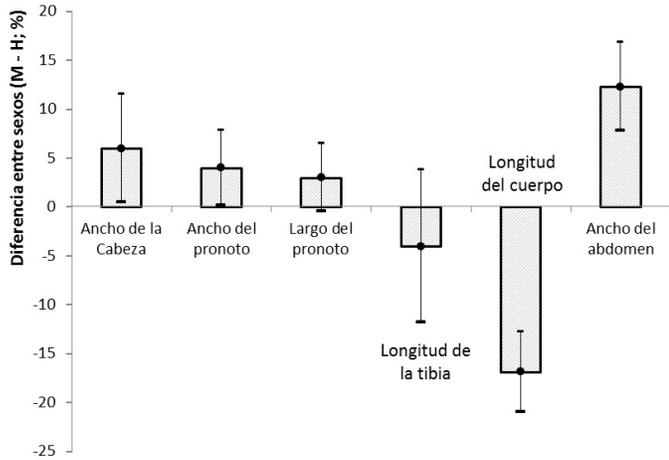


FIGURA 3. Diferencias sexuales relativas (%) en seis variables morfométricas en *Periplaneta americana* (Blattodea) en la población de una cueva caliente del NE de la ciudad de La Habana, Cuba. Las líneas verticales señalan la amplitud del intervalo de confianza al 95 % por un análisis de Montecarlo.

FIGURE 3. Sexual relative differences in six morphometric variables in *Periplaneta americana* (Blattodea) in a wild warm cave population at NE Havana city, Cuba. Vertical lines shown the amplitude of confidence interval for 95 % obtained by Montecarlo analysis.

después del pronoto, queda implícitamente incluido el largo del cuerpo, ya que en las hembras coinciden y es solo en los machos donde las alas sobresalen un poco, cubriendo los cercos anales. Bell *et al.* (2007) habían mencionado que los machos poseen, como generalidad, mayor desarrollo de las alas para el vuelo y se demostró experimentalmente que en *P. americana* las hembras son menos móviles que sus congéneres del sexo opuesto. El mayor tamaño corporal de los machos puede aumentar las posibilidades de apareamiento, en presencia de competencia y también

podría ser utilizado en la cópula para proveer a la hembra de más recursos durante la eyaculación (Björkman *et al.*, 2009). De cualquier forma, como demuestran McCartney y Heller (2008) otras variables pueden ser más importantes en la selección sexual que el propio tamaño corporal.

Las diferencias sexuales más marcadas, aparte de la longitud, correspondieron al ancho del abdomen, que en las hembras fue un 12,7 % mayor que en los machos, lo cual concuerda con el criterio de Bell *et al.* (2007), sobre su relación con la función reproductiva, ya que las hembras deben formar y almacenar los huevos en su interior, y a mayor volumen corporal mayor será el número de crías que puede producir (Björkman *et al.*, 2009).

La ausencia de dimorfismo en la longitud de la tibia debe estar relacionada a su función locomotora, directamente vinculada a los hábitos de la especie en cuanto a uso de hábitat, que no indican diferencias entre sexos.

Los índices entre largo total del cuerpo y ancho del abdomen ya de por sí indican diferencias generales en las proporciones corporales entre sexos, siendo en machos de $0,37 \pm 0,023$ (0,363 - 0,378) (CV= 6,32) y en hembras de $0,49 \pm 0,039$ (0,480 - 0,499) (CV= 8,13). Sin embargo, esta no es una variable de forma independiente del tamaño. La comparación de los componentes principales derivados de los coeficientes de Fourier de la forma del pronoto, como una medida ortogonal de forma, también evidenció diferencias para los componentes 1 y 4 (Fig. 4) pero no para los componentes 2 y 3. Estas diferencias pueden estar relacionadas a patrones de selección sexual (Lande, 1985) ya que es común observar en otras especies de cucarachas dimórficas diferencias en los pronotos de ambos sexos (Bell *et al.*, 2007).

El estudio de los patrones de dimorfismo sexual tiene un componente evolutivo importante. Los estudios previos han revelado que las diferencias sexuales en talla reflejan las divergencias adaptativas entre hembras y machos, en

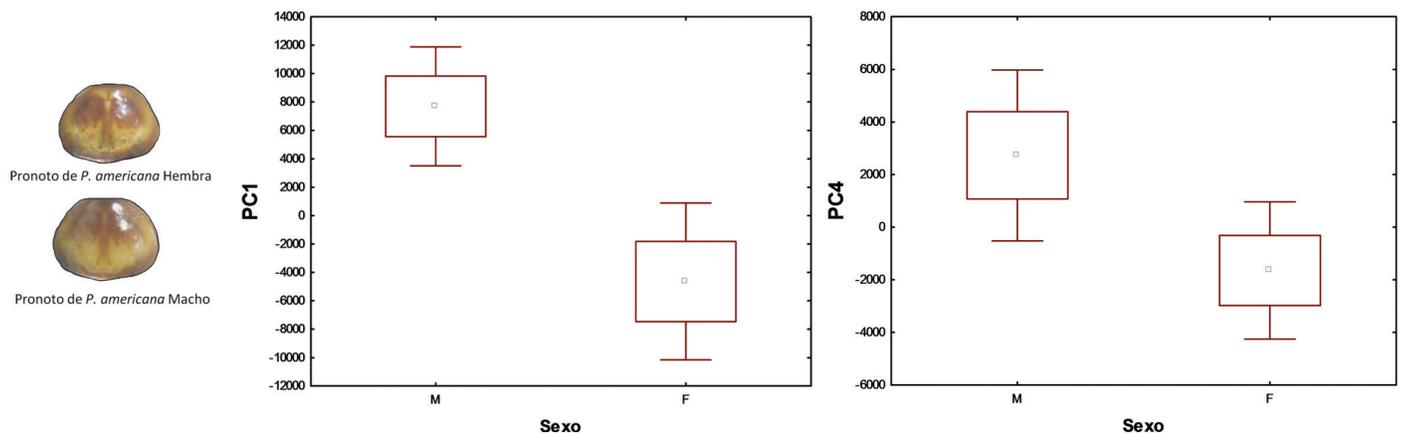


FIGURA 4. Diferencias sexuales en los componentes principales 1 y 4 de los descriptores de Fourier de los contornos del pronoto en *Periplaneta americana* (Blattoidea) en la población de una cueva caliente del NE de la ciudad de La Habana, Cuba. Las figuras representan la media, la desviación estándar y los límites de confianza.

FIGURE 4. Sexual differences in principal components of contour Fourier descriptors of the pronotum in *Periplaneta americana* (Blattoidea) in a warm cave population at NE Havana city, Cuba. In the figure are represented the mean, standard deviation and confidence limits.

respuesta a selecciones asociadas a sus distintos roles en la reproducción. Primariamente, existe un balance entre fuerzas selectivas a favor, enfocadas a la fecundidad en hembras y a la selección sexual en machos (Fairbairn, 2007) y fuerzas selectivas en contra del aumento de tamaño (selección hacia viabilidad). De manera general, para cualquier especie, cuál de los sexos es mayor dependerá del equilibrio entre estas fuerzas selectivas. Rensch (1950) observó que la magnitud del dimorfismo sexual aumenta con el tamaño corporal en las especies en las cuales los machos son mayores y disminuye con el tamaño corporal en aquellas especies donde las hembras son las mayores, lo cual fue llamado Regla de Rensch (Abouheif y Fairbairn 1997; Fairbairn 1997). Esto es equivalente a decir que el tamaño corporal de los machos varía o diverge más en tiempo que el de las hembras. Fairbairn y Preziosi (1994) formularon la hipótesis de que la selección sexual hacia machos mayores debía ser la fuerza que impulsara este patrón alométrico, pero desde el punto de vista ecológico este es mediado por los procesos de crecimiento y desarrollo (Roff 1992), que son influidos por las condiciones del ambiente local.

De forma general, se puede concluir a partir de los resultados obtenidos que, como especie, *Periplaneta americana* presenta el mismo patrón de dimorfismo sexual de tamaño, frecuente en insectos blátidos, donde las hembras son más pequeñas, pero más anchas que los machos. Este dimorfismo sexual puede estar evidenciando las diferencias en cuanto a los hábitos y funciones ecológicas asociadas a cada sexo y su variabilidad geográfica permanece aún por estudiar.

REFERENCIAS

- Abouheif, E., y D. J. Fairbairn. 1997. A comparative analysis of allometry for sexual size dimorphism: assessing Rensch's rule. *American Naturalist* 149: 540–562.
- Andersson M. B. 1994. *Sexual Selection*. Princeton University Press
- Armas de, L. F.; Armiñana, R.; Travieso, J. E.; Grande, L. O. 1989. Notas sobre la fauna de cueva El Gato, Sagua La Grande, provincia de Villa Clara, Cuba. *Reporte de Investigación del Instituto de Ecología y Sistemática. Serie Zoológica* 8: 1-10.
- Armas de, L. F.; Armiñana, R.; Travieso, J. E.; Grande, L. O. 1990. Breve caracterización de la artropofauna de tres cuevas calientes de la provincia de Villa Clara, Cuba. *Poeyana* 394: 1-14.
- Bell, W. J.; L. M. Roth y C. A. Nalepa. 2007. *Cockroaches. Ecology, Behavior, and Natural History*. The Johns Hopkins University Press, Baltimore, Maryland. 230 pp.
- Berns, Ch. M. 2013. The Evolution of Sexual Dimorphism: Understanding Mechanisms of Sexual Shape Differences. *InTech* 140: 1-16
- Björkman, C., K. Gotthard y M. W. Pettersson. 2009. Body size. Pp. 114-116. En: *Encyclopedia of Insects* (Resh V. H. y R. T. Cardé, Eds.). 2nd Ed. Academic Press-Elsevier, Burlington.
- Bonduriansky, R. 2006. Convergent evolution of sexual shape dimorphism in Diptera. *Journal of Morphology* 267: 602-611.
- Butler M.A., S. A. Sawyer y J. B. Losos. 2007. Sexual dimorphism and adaptive radiation in *Anolis* lizards. *Nature* 447: 202-5.
- Cepeda-Pizarro, J.; S. Vega, H. Vásquez, M. Elgueta. 2003. Morfometría y dimorfismo sexual de *Elasmoderus wagenknechti* (Liebermann) (Orthoptera: Tristiridae) en dos eventos de irrupción poblacional. *Revista Chilena de Historia Natural* 76: 417-435.
- Claudio J., A. Taffarel y E. R. Castillo. 2015. Breaking the rule: multiple patterns of scaling of sexual size dimorphism with body size in orthopteroid insects. *Revista de la Sociedad Entomológica Argentina* 75 (1-2): 11-36.
- Fairbairn, D. J. 1997. Allometry for sexual size dimorphism: pattern and process in the coevolution of body size in males and females. *Annual Review of Ecology and Systematics* 28: 659–687.
- Fairbairn, D. J. 2007. Sexual dimorphism in the water strider, *Aquarius remigis*: a case study of adaptation in response to sexually antagonistic selection. Pp. 97-105. En: *Sex, size and gender roles. Evolutionary studies of sexual size dimorphism* (Fairbairn, J.; W. U. Blanckenhorn y T. Szekely, Eds). Oxford Univ. Press, U.K.
- Fairbairn, D. J., y R. F. Preziosi. 1994. Sexual selection and the evolution of allometry for sexual size dimorphism in the water strider, *Aquarius remigis*. *American Naturalist* 144: 101–118.
- Gidaszewski, N. A.; M. Baylac, C. P. Klingenberg. 2009. Evolution of sexual dimorphism of wing shape in the *Drosophila melanogaster* subgroup. *BMC Evolutionary Biology* 9: 110.
- Hebard, M. 1917. The Blattidae of North America north of the Mexican boundary. *Memoirs of the American Entomological Society* 2: 1–284.
- Hedrick, A. V. y E. J. Temeles. 1989. The evolution of sexual dimorphism in animals: hypotheses and tests. *Trends in Ecology & Evolution* 4: 136–138.
- Hendry, A. P., P. R. Grant, B. R. Grant, H. A. Ford, M. J. Brewer y J. Podos. 2006. Possible human impacts on adaptive radiation: beak size bimodality in Darwin's finches. *Proceedings of the Royal Society B-Biological Sciences* 273(1596): 1887-1894.
- Iwata, H. y Y. Ukai. 2002. SHAPE: a computer program package for quantitative evaluation of biological shapes based on elliptic Fourier descriptors. *Journal Heredity* 93: 385 - 385.
- Lande, R. y S. J. Arnold. 1985. Evolution of mating preference and sexual dimorphism. *Journal of Theoretical Biology* 117(4):651.
- Longueira, A. R. 2006. Composición, distribución y conservación de la fauna exclusiva de las cuevas de calor de Cuba. Estudio de casos. [Inédito]. Tesis de Maestría. Universidad de La Habana, Cuba.
- Mayr E. 1969. *Principles of Systematic Zoology*. McGraw-Hill, New York.
- McCartney J. y K. G. Heller. 2008. A preliminary analysis of mate choice in a bush cricket (*Poecilimon laevisimus*: Tettigoniidae) suggests virginity is more important than body size. *Journal of Orthoptera Research* 17: 227-230.
- McKittrick, F. A. 1964. Evolutionary studies of cockroaches. Cornell Experiment Station Memoir 389. 197 pp.

- Polihronakis M. 2006. Morphometric analysis of intraspecific shape variation in male and female genitalia of *Phyllophaga hirticula* (Coleoptera: Scarabaeidae: Melolonthinae). *Morphology, Histology and Fine Structure* 145-146:150.
- Rensch, B. 1950. Die Abhängigkeit der relativen Sexualdifferenz von der Körpergröße. *Bonner Zoologische Beiträge* 1: 58-69.
- Roff, D. A. 1992. *The evolution of life histories: theory and analysis*. Chapman & Hall, New York.
- Romero-López, A. A., M. A. Morón y J. Valdez. 2010. Sexual dimorphism in antennal receptors of *Phyllophaga ravidata* Blanchard (Coleoptera: Scarabaeoidea: Melolonthidae). *Neotropical Entomology* 39(6): 957-966.
- Rust, M.K., D.A. Reiersen y K.H. Hansgen. 1991. Control of American cockroaches (Dictyoptera: Blattidae) in sewers. *Journal of Medical Entomology* 28(2): 210-213.
- Sampedro, A., O. Torres y A. Valdés. 1977. Observaciones ecológicas y etológicas sobre dos especies de murciélagos dominantes en las "Cuevas Calientes" de Cuba. *Poeyana* 160: 1-18.
- Schafer, R., y Sanchez, T. V. (1976). The nature and development of sex attractant specificity in cockroaches of the genus *Periplaneta*. I. Sexual dimorphism in the distribution of antennal sense organs in five species. *Journal of Morphology* 149(2): 139-157.
- Tanaka, S.; F. Yukuhiro y S. Wakamura. 2006. Sexual dimorphism in body dimensions and antennal sensilla in the white grub beetle, *Dasylepida ishigakiensis* (Coleoptera: Scarabaeidae). *Applied Entomology and Zoology* 41: 455-461.
- Whitman D. W. y A. A. Agrawal. 2009. What is phenotypic plasticity and why is it important? Pp. 1-63. En: *Phenotypic Plasticity of Insects: Mechanism and Consequences* Whitman (D.W. y T. N. Ananthakrishnan (Eds). Science Publishers, Enfield, NH, USA.
- Worthington, A. M., C. M. Berns y J. G. Swallow. 2012. Size matters, but so does shape: quantifying complex shape changes in a sexually selected trait in stalk-eyed flies (Diptera: Diopsidae). *Biological Journal of the Linnean Society* 106: 104-13.
- Yuwei H., F. Zhu, X. Wang, C. Guan, Y. An y Ch. Lei. 2012. Latitudinal pattern in body size in a cockroach, *Eupolyphaga sinensis*. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 1-8. DOI: 10.1111/j.1570-7458.2012.01281.x

Recibido: 2 de junio, Aceptado: 28 de noviembre
Editor Asociado: Daryl D. Cruz Flores