

ISSN 1609-8102 (Impresa)

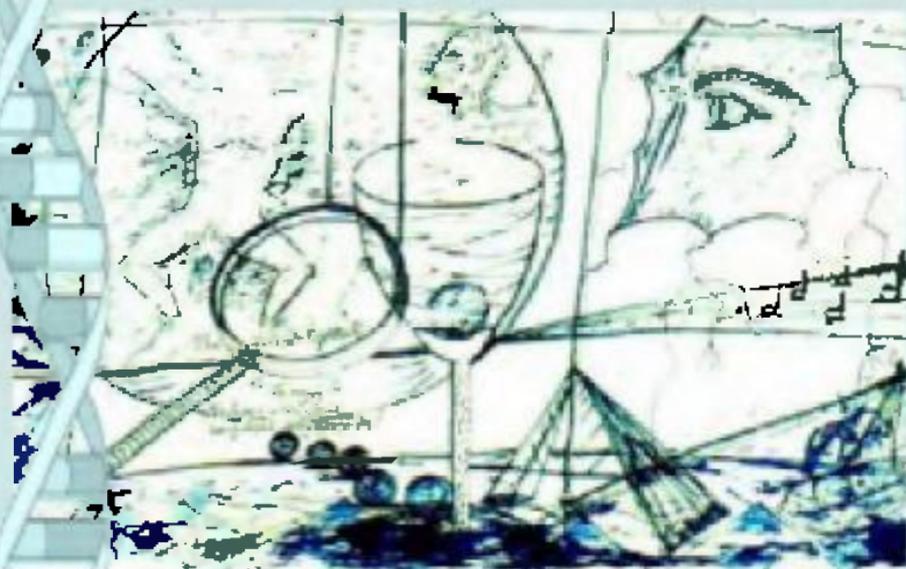
ISSN 2415-0940 (En línea)



Biología-Química-Física
Matemática-Estadística

TECNOCIENCIA

Volumen 20, N° 2



Revista de la Facultad de Ciencias Naturales, Exactas y Tecnología
Universidad de Panamá, julio del año 2018.



PESCA ARTESANAL DE *Cardisoma crassum* (Cangrejo) y *Ucides occidentalis* (Mangote) EN EL SECTOR NORORIENTAL DEL GOLFO DE MONTIJO, PACIFICO DE PANAMA

¹Ángel Javier Vega, ¹Carolina Mena & ¹Yolani A. Robles P.

¹Universidad de Panamá, Centro Regional Universitario de Veraguas
Email: angeljaviervega@gmail.com, angeljv@cwpanama.net

RESUMEN

Los cangrejos semiterrestres juegan un papel importante en la ecología de los sistemas de manglar, además de constituir un recurso económico importante para las comunidades costeras. A pesar de esto, se sabe poco sobre su biología y pesquería en Panamá y de manera general en el Pacífico Oriental Tropical. Atendiendo a esta carencia de información, se describe la explotación, biometría y la condición reproductiva de *Ucides occidentalis* y *Cardisoma crassum* en el Golfo de Montijo-Veraguas, Panamá. Las muestras fueron colectadas mensualmente entre noviembre de 2014 y septiembre 2015, con el uso de diferentes métodos de extracción. A cada ejemplar capturado se le registró el largo cefalotorácico (LC), ancho cefalotorácico (AC) y el peso total (PT), así como el sexo y la condición reproductiva. El promedio del LC de *Ucides occidentalis* fue 44.5 mm, el AC promedio fue de 72.1 mm y el PT promedio fue de 126.2 g. La proporción sexual favoreció a los machos (5.2:1). Se registraron 7 hembras maduras, 2 ovadas y 29 vacías. Para *Cardisoma crassum* el promedio del LC fue 44.0 mm, el AC promedio fue 62.6 mm y el PT promedio fue de 118.3 g. La proporción sexual fue de (1.5:1). Se registraron 4 hembras ovadas y 117 vacías. Los machos de *Ucides occidentalis* y *Cardisoma crassum* fueron más grandes y pesados que las hembras. Es necesario darle seguimiento al festival del cangrejo que ocurre en el distrito de Montijo, por el impacto que puede ocasionar en las poblaciones de ambas especies, además de seguir profundizando en los estudios ecológicos y pesqueros sobre estas especies, tanto en el Golfo de Montijo como en el resto del Pacífico panameño.

PALABRAS CLAVES

Golfo de Montijo, *Ucides occidentalis*, *Cardisoma crassum*, Crustacea, Brachyura, Panamá, Biometría

ARTISANAL FISHING OF *Cardisoma crassum* (Crabs) AND *Ucides occidentalis* (Mangote) FROM WESTERN MONTIJO GULF IN THE PANAMANIAN PACIFIC

ABSTRACT

Semi-terrestrial crabs play an important role in the ecology mangroves systems, as well as constituting an important economic resource for coastal communities. Despite this, little things are known about their biology and fishery in Panama and in general in the Eastern Tropical Pacific. Due the lack of information about the harvest, biometry and reproductive condition of *Ucides occidentalis* and *Cardisoma crassum* from the Montijo Gulf, Veraguas, Panama, an investigation was carried out in the Montijo Gulf, where the samples were collected monthly between November 2014 to September 2015, using different extraction methods. For each specimen, cephalothoracic length (LC), cephalothoracic width (AC), total weight (PT), also sex and reproductive condition were recorded. *Ucides occidentalis* average LC was 44.5 mm, the AC was 72.1 mm and PT was 126.2 g. The sex ratio was skewed towards males (5.2:1). Seven mature females, two brooding females, and another 29 spent females were recorded. For *Cardisoma crassum* the average LC was 44.0 mm, AC was 62.6 mm and the PT averaged 118.3 g. The sex ratio was (1.5:1). Four brooding females and another 117 spent females were recorded. Males of both species were larger and heavier than their female conspecifics. The results indicated that follow up to the Montijo crab festival is necessary given the potential impact that it can have on the populations of these crustacean species, as well as further deepen in the ecological and fishery studies on these species, both in the Gulf of Montijo as the rest of the Panamanian Pacific.

KEYWORDS

Montijo Gulf, *Ucides occidentalis*, *Cardisoma crassum*, Crustacea, Brachyura, Panama, Biometry

INTRODUCCIÓN

Los decápodos son invertebrados que incluye a las langostas, los camarones y los cangrejos, dentro de los cuales existen especies de alto interés para la pesca (Fisher *et al.*, 1995). En los decápodos, los brachiuros constituyen un grupo importante de cangrejos que incluyen especies marinas, de agua dulce y semiterrestres (Echeverría-Sáenz *et al.* 2003). En el caso de las especies semiterrestres, *Cardisoma crassum* y *Ucides occidentalis*, su distribución se extiende desde el sur de Baja California, México, hasta San Pedro, Piura, al sur de Tumbes en Perú (Fisher *et al.*, 1995; Alemán & Ordinola, 2017).

Los cangrejos semiterrestres son habitantes comunes de los ecosistemas de manglar donde juegan un rol importante, ya que reducen las hojas caídas del manglar para exportar materia y energía hacia los sistemas estuarinos e incrementan el reciclaje del nitrógeno en los suelos; adicionalmente, la construcción de sus madrigueras pone en constante movimiento el suelo, lo que favorece el intercambio de gases en el sustrato, potenciando la actividad de bacterias aeróbicas encargadas de la descomposición de la materia orgánica, equilibrando la dinámica bioecológica del sistema (Twilley *et al.*, 1997, Schories *et al.*, 2003; Lindquist *et al.*, 2009).

Además de su importancia ecológica en los manglares, y zonas adyacentes, los cangrejos semiterrestres se han convertido en importante fuente de ingresos para los habitantes de las zonas costeras en países como Colombia, Panamá, Costa Rica, El Salvador, Perú, Ecuador, Brasil y Venezuela, donde se explota de manera artesanal especies como *Ucides occidentalis*, *Ucides cordatus*, *Cardisoma crassum*, *Cardisoma guanhumi* y *Gecarcinus ruricola* (Glaser & Diele, 2004; Baine *et al.*, 2007; Perdomo *et al.*, 2010).

Su rol en la economía de las comunidades costeras, que depende de los recursos del manglar, se pone de manifiesto en el Ecuador, donde en el 2009 se capturaron 2 897 707 y 3 184 795 ejemplares de *Ucides occidentalis* en las provincias de El Oro y Guayas, respectivamente (Solano *et al.*, 2010). Para el 2014 se reportó que en Ecuador existían 3383 cangrejeros registrados en la Federación Nacional de Cooperativas Pesqueras del Ecuador (FENACOPEC) dedicados a la extracción de *U. occidentalis*. Este número no incluye a los independientes ni a los hijos de los pescadores menores de edad que también pescan, por lo que está subestimado (Zambrano & Meiners, 2018).

Este nivel de explotación ha llevado a establecer políticas de manejo del recurso a través de "Acuerdos Ministeriales (AM)", los cuales son publicados en el Registro Oficial para su archivo y difusión. También existen los planes de manejo definidos para regiones específicas. Entre las medidas de manejo están las vedas, las tallas mínimas, la prohibición

de capturar hembras en cualquier estado biológico y la prohibición de artes y técnicas de pesca consideradas perjudiciales (Zambrano & Meiners, 2018).

Para Panamá se conoce que existe la captura y comercialización de cangrejos semiterrestres (*Ucides occidentalis* y *Cardisoma crassum*) (Posada *et al.*, 2014). Sin embargo, no se ha encontrado información sobre la explotación de estos recursos, más allá de información anecdótica por parte de los pescadores que señalan que la extracción de cangrejos es una actividad que se desarrolla en localidades como el Golfo de Montijo. En este sentido, el objetivo del presente trabajo es describir los aspectos pesqueros, las tallas y condición reproductiva de *Ucides occidentalis* y *Cardisoma crassum*, capturados en el sector noreste del Golfo de Montijo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

El Golfo de Montijo se encuentra situado en la costa Pacífica de la Provincia de Veraguas, aproximadamente a 30 km de la ciudad de Santiago. El área protegida que incluye el Golfo de Montijo establece un polígono cuyo extremo norte lo define los puntos cuyas coordenadas son 878 355.354 N - 467 762.769 E y 883 402.918 N - 496 922.048 y el extremo sur, los puntos cuyas coordenadas son 838 876.282 N - 502 241.836 E y 840 993.702 N - 474 9952.336 (Resolución DAPVS 0001 2016, del 25 de enero de 2016 publicada en la Gaceta Oficial Digital N° 27 972, del 9 de febrero de 2016). El Humedal Golfo de Montijo fue incluido en la lista de convención sobre los humedales como sitio Ramsar el 26 de noviembre de 1990, lo que lo cataloga como Humedal de importancia Internacional. Por medio de la resolución Ejecutiva No. J.D.015-94 se incorpora al Sistema Nacional de Áreas protegidas (SINAP), en un esfuerzo de las autoridades nacionales por salvaguardar una de las muestras representativas e importantes de humedales en la provincia de Veraguas y el país (Fig. 1).

En la zona norte del Golfo de Montijo se localiza la comunidad de la Redonda, cerca de un manglar aluvial, el cual crece sobre sedimentos de

llanura aluvial y cauces de ríos estabilizados, lineales o meandrinosos, donde dominan formaciones de *Rhizophora racemosa*, *Pelliciera rhizophorae*, *Mora oleifera* y *Avicennia germinans* (Cámara *et al.*, 2004).

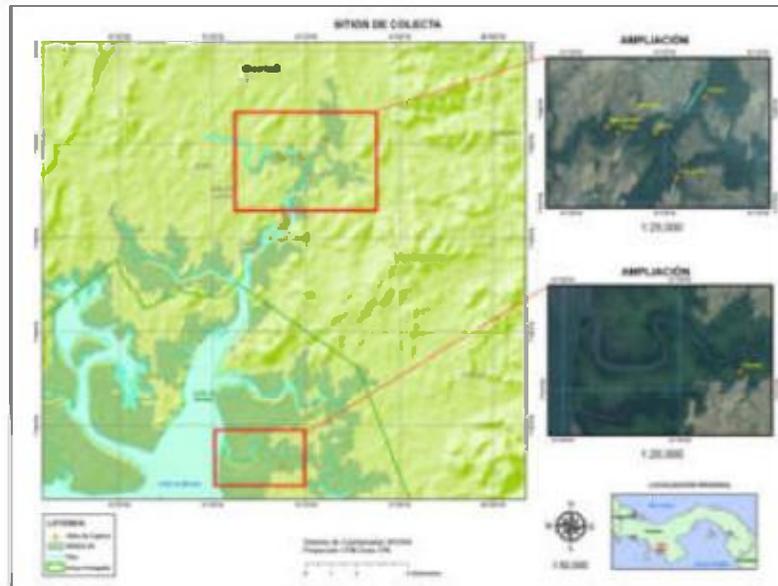


Fig. 1 Golfo de Montijo. Se indican los sitios de colecta de cangrejos. Muestreos realizados entre octubre de 2014 y septiembre de 2015

Para los muestreos se realizaron giras mensuales de tres días donde se acompañó durante tres días a los extractores de la comunidad de la Redonda, desde octubre de 2014 a septiembre de 2015. Los sitios de extracción visitados fueron los siguientes: 1) La Garciana ($7^{\circ} 57' 16.72''$ N- $81^{\circ} 1' 52.14''$ W), 2) Bongo ($7^{\circ} 57' 44.99''$ N- $81^{\circ} 2' 29.83''$ W), 3) Redonda ($7^{\circ} 57' 58.86''$ N- $81^{\circ} 2' 19.64''$ W), 4) Isleta ($7^{\circ} 57' 45.71''$ N- $81^{\circ} 2' 6.05''$ W), 5) Manzanillal ($7^{\circ} 57' 49.22''$ N- $81^{\circ} 2' 37.09''$ W), 6) Peligro ($7^{\circ} 58' 8.47''$ N- $81^{\circ} 1' 34.31''$ W), Ponuga ($7^{\circ} 51' 9.37''$ N- $81^{\circ} 2' 29.14''$ W) (Fig. 1). El factor común a las estaciones de muestreo se relaciona a su localización hacia el borde externo de los manglares, hacia la parte alta donde sólo se inunda con las mareas de mayor amplitud, limitrofe con las zonas de vegetación terrestre y potreros. Se

caracterizan por ser bosques de ciénaga, con dominancia de *Mora oleifera*, *Pelliciera rhizophorae*, *Rhizophora* sp, *Pterocarpus* sp, *Prioria* sp, *Acrostichium aureum* (Cámara et al., 2004).

En cada recorrido se recopiló la siguiente información: Sitio de extracción georreferenciado con GPS, especies capturadas (*Ucides occidentalis* y *Cardisoma crassum*) y el mecanismo de captura utilizado. A cada ejemplar capturado se le registró el ancho del cefalotórax (AC), largo del cefalotórax (LC), ambos parámetros medidos con un calibrador vernier (0.1 mm), peso total (PT), registrado con la ayuda de una pesa digital (0.1g). También se anotó el sexo, para lo cual se observó la forma del abdomen (Millikin & Williams, 1984; Cedeño, 2012). Para determinar la condición reproductiva, a las hembras se le registró si estaban ovadas (con muchos huevos), desovada (con residuos de huevos) y vacía (ausencia de huevos) (Solano & Moreno, 2009) y la condición de madurez de las gónadas (Dalabona & De Loyola E Silva, 2005).

Para el análisis de los resultados se realizaron comparaciones de tallas entre hembras y machos por especie (Prueba t) y la proporción sexual con la prueba X^2 . El ancho del caparazón se comparó según método de captura por especie, utilizando la prueba t, para dos comparaciones y ANOVA para comparaciones múltiples, seguido de la prueba Tukey. La homocedasticidad y normalidad de los datos se probó con el estadístico de Levene y la prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra, respectivamente. En todos los casos para $\alpha = 0.05$ (Zar 2010).

RESULTADOS

Descripción de la actividad

La extracción de cangrejo se realiza utilizando seis métodos o estrategias para la captura los cuales pueden ser aplicados a una o a las dos especies objetivo de la pesca: *Cardisoma crassum* (Cangrejo) y *Ucides occidentalis* (Mangote). Estos métodos son:

Braceado: Consiste en introducir el brazo dentro de la madriguera hasta localizar el ejemplar para sacarlo, esto permite que un extractor pueda revisar muchas madrigueras al día (Fig. 2).



Fig. 2 Mecanismos de extracción de cangrejo conocido como braceado que consiste en introducir el brazo dentro de la madriguera del cangrejo para sacarlo. Muestras realizadas en el Golfo de Montijo entre octubre de 2014 y septiembre de 2015

Trasmallo: Se colocan retazos de redes de nailon en la entrada de la madriguera y atadas a un árbol, de tal suerte que cuando el cangrejo sale queda enredado en la malla. Las madrigueras son revisadas al día siguiente de colocada la red (Fig. 3).

Ballado: Durante el mes de junio *Ucides occidentalis*, presenta un comportamiento reproductivo que implica la salida masiva de la especie de sus madrigueras. Este comportamiento es observado con las primeras lluvias de junio y dura aproximadamente unos tres días. Este evento es aprovechado por los extractores para capturar los cangrejos y le denominan bailado.

Chuceado: Los extractores se colocan sobre las madrigueras, en raíces de mangle. Lanzan bolitas de lodo o colocan hojas de helecho de manglar (*Acrostichum aureum*) cerca de la madriguera, para lograr que el ejemplar salga. Luego se lanza un chuzo (palo con una punta afilada), por detrás del ejemplar para evitar que regrese a la madriguera. El

extractor se lanza rápidamente de la raíz para atraparlo.



Fig. 3 Mecanismos de extracción conocido como trasmallo que consiste en colocar retazos de mallas cerca de la salida de la madriguera para que el cangrejo quede atrapado al salir. Muestreos realizados en el Golfo de Montijo

Tapado: Se deposita abundante lodo dentro de la madriguera del cangrejo y se coloca un tapón de hojas en la entrada, para evitar que el cangrejo salga. Después de 2 horas se procede a revisar las madrigueras, empezando por la primera que fue tapada y así sucesivamente hasta llegar a la última. Luego son amarrados y colocados en una sarta, para ser transportados hacia las casas de los extractores. Este método suele ser usado cuando se va a manglares alejados porque conlleva tiempo tapar y revisar las madrigueras. Esta jornada por lo general dura toda la marea baja (6 horas, aproximadamente). Se pueden tapar de 30 a 40 madrigueras por marea, por extractor (Fig. 4).

Trampa: Es una caja hecha de madera, con un gancho que conecta con un palo a la puerta de la trampa. En la parte interior posee otro gancho en donde se coloca el alimento (yuca, maíz, plátano etc.). Dicho gancho conecta con el gancho de la parte superior. Cuando el cangrejo entra a la trampa por el alimento, mueve los ganchos provocando que caiga la tapa de la puerta, quedando atrapado (Fig. 5). Las trampas suelen ser colocadas por las tardes y revisadas por la mañana. Este método es

utilizado cuando el manglar está cerca de la casa del extractor. Se pueden colocar unas 15 trampas al día por extractor.



Fig. 4 Mecanismos de extracción conocido como tapado que consiste en depositar lodo dentro de la madriguera del cangrejo y se coloca un tapón de hojas en la entrada, para evitar que el cangrejo salga y después de dos horas se procede a revisar la madriguera y retirar el cangrejo. Muestreos realizados en el Golfo de Montijo entre octubre de 2014 y septiembre de 2015



Fig. 5 Mecanismo de captura de cangrejo denominado trampa, en el cual se colocan trampas artesanales confeccionadas con madera cerca de la salida de la madriguera del cangrejo. Las trampas tienen un sistema de cierre cuando el cangrejo tira de la carnada que se coloca dentro de la caja de madera. Muestreos realizados en el Golfo de Montijo entre octubre de 2014 y septiembre de 2015

Capturas según método: En el caso del cangrejo (*C. crassum*) se registraron capturas con dos métodos: tapado (n=121) y trampa (n=307), sin diferencias significativas para el AC entre los dos métodos de captura (Prueba t, $p > 0.05$). Para el mangote (*U. occidentalis*) cuatro métodos: bailado (n=40), braceado (n=147), chuceado (n=10) y trasmallo (n=39), en este caso se determinaron diferencias significativas en el AC por método de captura (ANOVA, $p < 0.05$), donde la captura por chuceado presentó las menores tallas, con relación a los restantes métodos de captura (Tukey, $p < 0.05$).

Comercialización: La venta del producto es local, en la comunidad y alrededores, donde *Ucides occidentalis* tiene un menor valor comercial, US\$ 6.0 por docena comparada con *Cardisoma crassum* que se comercializa entre US\$ 10.0 y US\$ 12.0 por docena.

Aspectos biométricos

Cardisoma crassum: El promedio del LC general fue 44.0 mm (± 4.3 , n = 428), donde los machos (promedio = 43.6 mm, ± 4.3 , n = 262) resultaron de mayor tamaño que las hembras (promedio = 40.0 mm, ± 4.0 , n = 166) (Prueba t, $p < 0.05$). El AC promedio fue de 62.6 mm (± 5.6 , n = 428), donde los machos resultaron de mayor tamaño (Promedio = 62.0 mm, ± 5.6 , n = 262) que en las hembras (Promedio = 60.5 mm, ± 5.3 , n = 166) (Prueba t, $p < 0.05$).

El PT promedio, considerando ambos sexos, fue de 118.3 g (± 29.4 , n = 338) mm. Para machos el promedio fue de 111.3g (± 29.5 , n=208) y en las hembras de 99.4g (± 25.3 , n=130), mostrando diferencias estadísticamente significativas (Prueba t, $p < 0.05$).

Ucides occidentalis: El promedio del LC fue 44.5 mm (± 4.6 , n= 236), donde los machos resultaron de mayor tamaño (Promedio = 44.6 mm, ± 4.4 , n = 198) que las hembras (Promedio = 41.4 mm, ± 3.1 , n = 38) (Prueba t, $p < 0.05$). Para el AC se registró un promedio de 72.1 mm (± 7.8 , n = 236) e igualmente los machos resultaron de mayor tamaño (Promedio = 72.3 mm, ± 7.3 , n = 198), que las hembras (Promedio = 62.8 mm, ± 6.8 , n = 38) (Prueba t, $p < 0.05$).

El peso total promedio fue de 126.2 g (± 29.6 , n = 194). En machos fue

de 128.8g (± 28.5 , n = 168), superior al de las hembras (Promedio = 99.5, ± 18.3 , n = 26) (Prueba t, $p < 0.05$).

Aspectos reproductivos: De *C. crassum* se analizaron 428 ejemplares, 262 machos (61%) y 166 hembras (39 %), donde la proporción de sexo fue 1.6 M: 1H, ($x^2 = 10.9$, $p < 0.05$). Del total de hembras, 45 presentaron gónadas maduras entre mayo y julio, y se encontraron cuatro ovadas entre agosto y septiembre.

Para *U. occidentalis* se analizaron 236 ejemplares, 98 machos (84%) y 38 hembras (16%). La proporción de sexo fue de 5.2M:1 H ($x^2 = 61.28$, $p < 0.05$). De las 38 hembras capturadas, siete presentaron gónadas maduras en mayo, julio y septiembre, y se registraron 2 ovadas en junio y julio.

Un aspecto documentado, es el llamado festival del cangrejo que se celebra en el mes de octubre por tres días consecutivos. En el festival se realizan diversas actividades, tales como el amarre de cangrejo y consumo de cangrejos y se ofrece comida tradicional de la región, asociadas al consumo de cangrejos. Este festival ha logrado tener un gran auge a través de los años, convirtiéndose en importante fuente de ingresos en la región de Montijo.

En 2014, el comité encargado del festival compró 250 docenas de cangrejos aproximadamente, lo que equivale a 3000 cangrejos y se pagó a los extractores US\$ 9.00 por cada docena. Los lugares de adquisición de los cangrejos fueron Soná (245 docenas), Buena Vista (2 docenas), la Redonda (3 docenas). En 2015, el comité compró 150 docenas de cangrejos aproximadamente, lo que equivale a 1800 cangrejos y se pagó a los extractores US\$ 9.00 por docena. En este año se permitió que otros comerciantes vendieran comida, por lo que los datos recopilados corresponden a la información manejada por el comité. Entre los dos festivales se sacrificaron al menos 4 800 cangrejos, en dos años de actividad.

DISCUSIÓN

La captura de cangrejos en el Golfo de Montijo es una actividad netamente

artesanal, donde utilizan diferentes métodos de extracción (Braceado, trasmallo, bailado, chuceado, trampa y tapado). Los extractores de la Redonda utilizan la trampa exclusivamente para la captura de *Cardisoma crassum*, mientras que en El Salvador este método se utiliza para capturar *Ucides occidentalis* (Rivera, 2013). En Ecuador se implementa otro método de extracción, que consiste en una varilla de hierro de 1.20 m en forma de "U" que introducen en el agujero (Ruiz & Moreno, 2010). Para el Golfo de Montijo se diversifican los métodos de captura, con relación a localidades de Ecuador y El Salvador.

De los métodos de capturas utilizados en el Golfo de Montijo las redes han sido catalogado en localidades como Río Mamanguape, noreste de Brasil, como un mecanismo que puede afectar la sostenibilidad del recurso (Nascimento *et al.* 2016) y en Ecuador su uso está prohibido (Zambrano y Meiners, 2018). En el Golfo de Montijo la diversidad de métodos de captura, incluyendo el uso de redes, deben ser evaluados para medir el impacto que ocasiona sobre la sostenibilidad del recurso.

La mayoría de los registros sobre tallas en *Ucides occidentalis* se basan en el ancho del caparazón (AC). Para el Golfo de Montijo el AC promedio fue de 72.1 mm, similar a lo reportado para los manglares de Tumbes, Perú (71.8 mm) (Ordinola *et al.*, 2007) y 74.3 mm (Ordinola *et al.*, 2010). En el caso de la talla de los machos, para Montijo se reporta un valor de 72.3 mm, similar al reportado para los manglares del Río Chone, Ecuador (71.0 mm) (Ruiz & Moreno, 2010). En todos los casos, los valores en Montijo son muy superiores a lo reportado para el manglar del Río Lempa, el Salvador, donde el AC promedio fue de 62.15 mm, asociado a un proceso de sobreexplotación del recurso donde se involucra a 170 usuarios (Rivera, 2013). Caso contrario ocurre en el Golfo de Guayaquil, Ecuador, donde la evolución de la talla media de captura comercial aumentó de valores cercanos a 83 mm en el 2009, hasta valores superiores a los 86 mm en el 2013 (Zambrano & Meiners, 2018).

En Tumbes, Perú, la talla mínima legal para la extracción de *U. occidentalis* debe ser superior a 65 mm de AC. Evaluaciones realizadas por Alemán *et al.* (2017) demostraron que el 82.4% en hembras y el 95% en machos sobrepasan estas tallas, lo que implicó un incremento en el

cumplimiento de esta norma de un 14.9%, en hembras y 16.4% en machos, con relación a evaluaciones anteriores.

Para *Cardisoma crassum* en el estero del río Chone, Ecuador, se reportó una talla promedio de captura de 68.64 mm para hembras y 66.39 mm para machos (Usocovich-Garcés, 2015), valores superiores a lo reportado para el presente estudio, donde hembras y machos no superaron los 63 mm de AC.

Los machos de *U. occidentalis* y *C. crassum* fueron más grandes y pesados que las hembras, esto puede deberse a que las hembras dirigen una gran parte de sus reservas de energía al desarrollo de las gónadas y la masa ovígera durante el periodo de incubación, por lo que interrumpen su crecimiento; mientras que los machos invierten menos energía en la reproducción (Díaz & Conde, 1989; Hartnoll, 2006).

La proporción sexual en el Golfo de Montijo varió entre especies, aunque en ambas fue a favor de los machos y más acentuada en *Ucides occidentalis* (5.2M:1H) que en *Cardisoma crassum* (1.5M:1H). Similar situación se ha reportado en Ecuador (1.9:1), en Tumbes, Perú (2.0:1) y Costa Rica (1.96:1), donde los machos prevalecen sobre las hembras (Ruiz & Moreno, 2010; Ordinola *et al.*, 2010; Vives *et al.*, 2016). Esta diferencia en la proporción sexual puede estar relacionada con los métodos de extracción. Para *U. occidentalis* los métodos son manuales, por lo que se produce un sesgo en la selección del tamaño en las madrigueras, el cual se cree está asociado al sexo. Las madrigueras pequeñas corresponden a ejemplares hembras y las grandes a machos. Mientras que el método de trampa utilizado para la captura de *C. crassum*, no discrimina por sexo.

Durante el estudio se encontraron 7 hembras de *U.occidentalis* con gónadas maduras y 2 ovadas, estas fueron encontradas en época lluviosa (mayo, junio y julio), precisamente cuando ocurre el “baile de mangotes”, como lo denominan los lugareños, que en realidad es una reproducción masiva de *U.occidentalis*, donde se puede observar entradas y salidas recurrentes de los cangrejos de sus madrigueras, para realizar el acto copulativo sobre el sedimento. Este evento tiene una duración de dos días aproximadamente y fue descrito por Tazan & Pozo (2001) en la Reserva Ecológica Manglares Churute, Ecuador.

Para *Cardisoma crassum*, se han comunicado resultados diferentes en cuanto a la época reproductiva. En el Salvador se identifican los meses de enero a marzo como los principales para el desove (Uscocovich-Garcés, 2015) y en el Pacífico colombiano los meses de junio a agosto como los meses con presencia de hembras ovadas (González & Segura, 2011). Para Montijo se identificaron sólo cuatro hembras ovadas entre agosto y septiembre, lo que puede estar relacionado con la variabilidad climática (Uscocovich-Garcés, 2015), ya que se ha determinado una relación directa entre lluvias y reproducción de los cangrejos (Zambrano & Meiners, 2018).

El festival del cangrejo y marisco en Montijo, ha ido perdiendo a lo largo de los años el enfoque inicial que era promover una cultura responsable sobre los productos del mar, especialmente el cangrejo que forma parte de la identidad como pueblo, además de que por años se ha convertido en fuente de ingresos para aquellos habitantes que están cercanos a la costa. Hoy en día el festival se ha convertido solamente en una comercialización masiva de cangrejos y mariscos, ya que los datos del 2014 - 2015 reflejan una mortalidad de por lo menos 4800 cangrejos provenientes principalmente de Soná. Esto se convierte en un escenario al que hay que ponerle atención, ya que se conoce muy poco sobre la biología de ambas especies de crustáceos en el Golfo de Montijo.

Otro factor a considerar es la necesidad de poner atención a nivel nacional a la explotación de estas y otras especies de cangrejos, pues no existe inventario de la cantidad de extractores dedicados a esta actividad, como tampoco sobre el esfuerzo, capturas, lugares de extracción y cadena de comercialización. En este sentido, se necesita dedicar tiempo y esfuerzo a este sector, así como reglamentar su explotación, lo que debe incluir la expedición de permisos de extracción.

CONCLUSIONES

La extracción de cangrejos en el Golfo de Montijo es una actividad netamente artesanal, dirigida a la explotación de dos especies, *Cardisoma crassum* y *Ucides occidentalis*, donde se combinan diferentes métodos de extracción según especie. Es una actividad poco documentada, de libre acceso y sin regulaciones que controlen las tallas

y/o momentos de extracción, por lo que es importante que se consideren el establecimiento de regulaciones y que sean incluidas dentro del Plan de Manejo del sitio, ya que es un área protegida y la extracción de cangrejos es una actividad productiva que puede impactar las poblaciones de cangrejos del área.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece a los extractores de cangrejos de la comunidad de la Redonda por el apoyo brindado en los recorridos para los muestreos y a los revisores por las sugerencias que ayudaron a mejorar la calidad del documento

REFERENCIAS

Alemán S. & E. Ordinola. 2017. Nuevo registro y extensión de la distribución sur de *Ucides occidentalis* (Decapoda: Ucididae) y *Cardisoma crassum* (Decapoda: Gecarcinidae). Revista Peruana de Biología 24(1): 107 - 110.

Alemán, S., P. Montero, E. Ordinola & M.Vera. 2017. Prospección biológico-poblacional del cangrejo de manglar *Ucides occidentalis* (Ortmann, 1897) (Decapoda: Ucididae) en Tumbes, diciembre 2014. Inf. Inst. Mar Perú, 44 (3): 408-420.

Baine, M., E. Taylor, J. James, A. Velasco, Y. Grandas, and R. G. Hartnoll. 2007. The development of management options for the black land crab (*Gecarcinus ruricola*) catchery in the San Andres Archipelago, Colombia. Ocean and Coastal Managemen. 50 (7): 564-589.

Cámara, R. F. Diaz, J. Martinez, M. Morón, C. Gómez, E. Tabares & A. Vega. 2004. Directrices de gestión para la conservación y desarrollo integral de un humedal centroamericano. Universidad de Sevilla. Embajada española. Ministerio de Economía y Finanzas de Panamá (MEF), Autoridad Nacional del Ambiente de Panamá (ANAM). 299 pp.

Cedeño, I. 2012. Protocolo de muestreo: Estudio de densidad poblacional y aspectos reproductivos del cangrejo rojo de manglar

(*Ucides occidentalis*) en el Golfo de Guayaquil. Boletín Especial, 3 (1):35-52.

Dalabona, G. & J. De Loyola E Silva. 2005. Periodo reproductivo de *Ucides cordatus* (Linnaeus) (Brachyura, Ocypodidae) na Baía das Laranjeiras, sul do Brasil. Acta Biol. Par., Curitiba, 34 (1, 2, 3, 4): 115-126.

Diaz, H., & J. E. Conde 1989. Population dynamics and life history of the mangrove crab *Aratus pisonii* (Brachyura, Grapsidae) in a marine environment. **Bulletin of Marine Science**, 45(1): 148-163.

Fischer, W., F. Krupp, W. Schneider, C. Sommer, K. E. Carpenter & V. H. Niem. 1995. Guía FAO para la Identificación de Especies para los Fines de la Pesca. Pacífico centro-oriental Volumen I. Plantas e Invertebrados. 565-636.

Glaser M.& K. Diele. 2004. Asymmetric outcomes: Assessing central aspects of the biological, economic and social sustainability of a mangrove crab fishery, *Ucides cordatus* (Ocypodidae), in North Brazil. Ecol. Econ. 49: 361-373.

González, M. & C. Segura. 2011. Planes de manejo para la conservación de 5 especies focales de fauna silvestre amenazada en el Pacífico Vallecaucano, Cali, Colombia, 94p.

Hartnoll, R. G. 2006. Reproductive investment in Brachyura. Hydrobiologia, 557(1): 31-40.

Lindquist, E. S, K.W. Krauss, P. T. Green, D. J. O'Dowd, P. M. Sherman & T. J. Smith. 2009. Land crabs as key drivers in tropical coastal forest recruitment. Biol. Rev. Camb. Philos. Soc. 84: 203-223

Millikin, M. R. & A. B. Williams. 1984. Synopsis of biological data on the blue crab, *Callinectes sapidus* Rathun. NOAA/National Marine Fisheries Service, NOAA Technical Report NMFS, 1: 47 pp.

Moreno, J., & F. Solano. 2009. Cangrejo Rojo *Ucides occidentalis* un análisis durante el periodo de veda reproductiva, 2009. Boletín Científico y Técnico, 20(3): 37-45.

Nascimento, D. M., A. G. C Alves, R. R. N Alves, R. R. D. Barboza, K. Diele & J. S. Mourao. 2016. An examination of the techniques used to capture mangrove crabs, *Ucides cordatus*, in the Mamanguape River estuary, northeastern Brazil, with implications for management. Ocean Coast. Manag. 130: 50-57.

Ordinola, E., A. Alemán & P. Montero. 2007. Prospección del recurso cangrejo de los Manglares *Ucides occidentalis* en la Región Tumbes, pp. 20. IMARPE, Perú.

Ordinola, E., P. Montero, P., S. Alemán, & J. Llanos. 2010. El cangrejo de los manglares *Ucides Occidentalis* (Ortman) en Tumbes, Perú. Primavera 2007. CONSEJO DIRECTIVO Instituto del Mar del Perú 2010, 151.

Perdomo, D., D. Garcia, M. González-Estopiñán, O. Santos, P. Moratinos, L. Cova & M. Medina. 2010. Evaluación de la pesca artesanal con palangre del cangrejo azul (*Callinectes* spp.), en el Puerto de La Ceiba, estado Trujillo, Venezuela. Zootecnia Trop.: 28(2): 221-237.

Posada, J. M., A. Piedra, E. Ross, J. M. Diaz, G. Nikolas Sánchez, Z. Guerra & M. De Leon. 2014. Guía de identificación: Invertebrados marinos de importancia comercial en la costa Pacífica de Panamá. Fundación MarViva. San José, Costa Rica. 120 pp.

Rivera, C. G. 2013. Manejo pesquero sostenible de *Ucides occidentalis* ("punche"), recurso hidrobiológico de la cuenca baja del Río Lempa, Bahía de Jiquilisco, departamento de Usulután (Disertación Doctoral, Universidad de El Salvador).

Ruiz, W. & J. Moreno. 2010. Situación actual del guariche *Ucides occidentalis* (Ortmann, 1897) en el estuario del río Chone, Manabí durante abril 2009–2010. Boletín Científico Técnico, 20 (8): 16 – 35

Schories, D., A. B. Bergan, M. Barletta, U. Krumme, U. Mehlig, & V. Rademaker. 2003. The keystone role of leaf- removing crabs in mangrove forests of North Brazil. *Wetlands Ecology and Management*, 11, 243– 255

Solano, F. & J. Moreno. 2009. Cangrejo rojo (*Ucides occidentalis*) un análisis durante el periodo de veda reproductiva, 2009. *Boletín Científico y Técnico*, 20(3): 37-45

Solano, F., L. Flores & W. Ruiz. 2010. Capturas de Cangrejo Rojo durante el 2009 en los Puertos de la Provincia de Guayas y El Oro, Ecuador. *Boletín Científico y Técnico (Instituto Nacional de Pesca, Ecuador)* 20(8): 1–15.

Tazán, G. & M. Pozo. 2001. Análisis de la pesquerías de *Ucides occidentalis* Ortman y su Manejo sostenible en la Reserva Ecológica Manglares Churute. Tesis de Maestría. Universidad Agraria. Ecuador.

Twilley, R. R., M. Pozo, V. H. Garcia, V. Rivera-Monroy, R. Zambrano, & A. Boderó. 1997. Litter Dynamics in the Riverine Mangrove Forests in the Guayas River Estuary, Ecuador. *Oecología*, 111: 109-122.

Uscocovich-Garcés, G. D. 2015. Reproducción y densidad poblacional del cangrejo azul *Cardisoma crassum*, en la Isla Cerritos - Estuario del río Chone – Manabí – Ecuador. Tesis de Maestría. Universidad de Guayaquil. 82pp.

Vives Jiménez, F., Y. Solano López & J. Cabrera Peña. 2016. Tamaños y proporción sexual de *Ucides occidentalis* (Crustáceo: Gecarcinidae) en un manglar de Costa Rica. *UNICIENCIA* 11: 97-99.

Zambrano, R. & C. Meiners. 2018. Notas sobre taxonomía, biología y pesquería de *Ucides occidentalis* (Brachyura; Ocypodidae) con énfasis en el Golfo de Guayaquil, Ecuador. *Revista Peruana de Biología* 25(1): 55-66.

Zar, J. H. 2010. *Biostatistical Analysis*. Fifth edition. Prentice-Hall, New Jersey, EE.UU.

Recibido 20 de abril de 2018, aceptado 10 de junio de 2018.



TAXONOMIC REVISION OF THE GENUS *Timulla* ASHMEAD, 1899 OF PANAMA (HYMENOPTERA: MUTILLIDAE)

¹Roberto A. Cambra, ¹Diomedes Quintero A., ²George C. Waldren, ³Pedro R. Bartholomay & ⁴Kevin A. Williams

¹Universidad de Panamá, Museo de Invertebrados G. B. Fairchild, Panamá 0824, Panamá, cambramiup60@gmail.com

²Utah State University, Logan, Department of Biology, UT, USA, gcwaldren@gmail.com

³Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Programa de Pós-Graduação em Entomologia, Laboratório de Hymenoptera, Av. André Araújo, 2936, Manaus, Amazonas, Brazil, pedroreck@gmail.com

⁴California Department of Food & Agriculture, Sacramento, CA, USA, kevin.williams@cdfa.ca.gov

ABSTRACT

The males of *Timulla chrysea* Mickel, 1938, *Timulla continua* Mickel, 1938, and *Timulla segesta* Mickel, 1938, and the female of *Timulla tumidula* (Cameron, 1894) are described and illustrated. *Timulla chrysea* and *T. tumidula* are reported for first time from Panama. The following synonyms are presented: *Timulla orthona* (Cameron, 1894), male, is a junior synonym of *Timulla litea* (Cameron, 1894), female; *Timulla talus* (Cameron, 1894), male, is a junior synonym of *Timulla subrobusta* (Cameron, 1894), female. Observations on mating behavior for *Timulla rimata* Mickel and *Timulla cordillera* Mickel, 1938 are described. Flight seasonality of *Timulla labdace* Mickel, 1938 is discussed. Keys and a checklist for the 16 species of *Timulla* from Panama are presented.

KEY WORDS

Timulla, Mutillinae, Trogaspidiini, taxonomy, Neotropical.

REVISIÓN TAXONÓMICA DEL GÉNERO *Timulla* ASHMEAD, 1899 DE PANAMÁ (HYMENOPTERA: MUTILLIDAE)

RESUMEN

Los machos de *Timulla chrysea* Mickel, 1938, *Timulla continua* Mickel, 1938 y *Timulla segesta* Mickel, 1938 y la hembra de *Timulla tumidula* (Cameron, 1894) son descritos e ilustrados. Se registran por primera vez para Panamá a *Timulla chrysea* y *T. tumidula*. Las siguientes sinonimias son presentadas: *Timulla orthona* (Cameron, 1894), macho, es junior sinónimo de *Timulla lilea* (Cameron, 1894), hembra; *Timulla talus* (Cameron, 1894), macho, es junior sinónimo de *Timulla subrobusta* (Cameron, 1894), hembra. Observaciones sobre el comportamiento de apareamiento para *Timulla rumata* Mickel y *T. cordillera* son descritos. Estacionalidad de vuelo en *Timulla labdace* Mickel, 1938 es discutido. Se incluye una clave y listado para las 16 especies of *Timulla* presentes en Panamá.

PALABRAS CLAVES

Timulla, Mutillinae, Trogaspidiini, taxonomy, Neotropical.

INTRODUCTION

Timulla Ashmead is the only American genus of the tribe Trogaspidiini (Mutillinae), according to the phylogeny and list presented by Brothers & Lelej (2017), which also includes 44 Old World genera. *Timulla* includes about 180 valid species (Bartholomay *et al.*, 2017) and many Neotropical species are known from a single sex. Mickel (1938) recorded 18 species of *Timulla* from Panama, all based on a single sex. Cambra & Quintero (1992, 1993) presented new records of distribution, sexual associations, and synonyms that left a total of 16 *Timulla* species in Panama.

This work presents a taxonomic revision for *Timulla* from Panama, which includes information on flight seasonality, mating behavior, taxonomy, new distribution records, and an identification key for species in Panama, which are now all known from both sexes.

MATERIAL AND METHODS

The study site for flight seasonality of *Timulla labdace* Mickel, 1938 was the field station of the Smithsonian Tropical Research Institute

(STRI) on Barro Colorado Island (BCI). Information on the study site and sampling methods are presented in Cambra *et al.* (2018). The morphological characters used to prepare the key for *Timulla* species from Panama are the same as those used by Mickel (1938) for the species of the Neotropical region.

Photographs of specimens were made with an Olympus Tough digital camera; small morphological structures of the specimens through a Leica M 165c stereo microscope. Further image processing was accomplished by using ArcSoft Photo Studio.

The following acronyms are used for morphology: T2, T3, etc., for second, third, etc. metasomal terga; S for metasomal sterna. In the material examined sections, the specimens are deposited in Instituto Nacional de Biodiversidad, Heredia, Costa Rica (INBio), Museo de Invertebrados G. B. Fairchild, University of Panama, Panama (MIUP), Florida State Collection of Arthropods, USA (FSCA), and Entomological Museum of Utah State Univeristy, USA (EMUS).

RESULTS AND DISCUSSION

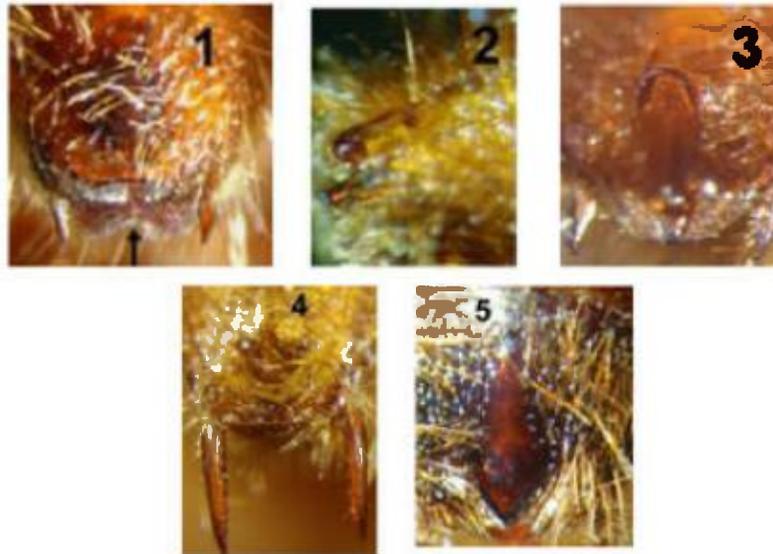
Key to species of *Timulla* Ashmead from Panama

Males

1. Posterior margin of T7 emarginate medially (Fig. 1) 2
 - . Posterior margin of T7 not emarginate medially (Figs 3–4) 4
2. Scutellum with a median, longitudinal, smooth, polished area on the anterior half (Fig. 8); enclosed area of propodeum elevated posteriorly into a distinct tubercle; tegula mostly glabrous and asetose except along anterior and internal margins..... *centroamericana*
 - . Scutellum evenly convex, punctate throughout; enclosed area of propodeum not elevated posteriorly into a tubercle; tegula punctate throughout and usually covered with setae 3
3. Median impunctate area of T7 terminating at a transverse carina (Fig. 1); postero-inner angle of mesocoxa produced into a slight

- tubercle *prominens prominens*
- Median impunctate area of T7 terminating at an inverted V-shaped carina; postero-inner angle of mesocoxa not produced into a tubercle *absentia*
4. Median impunctate area of T7 extending to posterior margin, not interrupted by an elevation of any kind (Fig. 4) 5
- Median impunctate area of T7 terminating before posterior margin in some sort of elevated prominence (Figs 2-3, 5) 6
5. Anterior margin of clypeus more or less straight; metasomal segments 1, 6, and 7 dark mahogany red to black, other segments orange *chrysea*
- Anterior margin of clypeus emarginate; entire metasoma orange *bradleyi*
6. Median impunctate area of T7 terminating in a prominent polished tooth or tubercle (Fig. 2); scutellum evenly convex, punctate throughout 7
- Median impunctate area of T7 not terminating in a polished tooth or tubercle; scutellum evenly convex, punctate throughout or with a median longitudinal smooth polished area 8
7. Median impunctate area of T7 terminating in a tubercle; T7 posterior margin with small denticle medially (Fig. 2); median posterior elevated margin of clypeus without tuberculate process; T7 orange *lilea*
- Median impunctate area of T7 terminating in a pointed tooth; T7 posterior margin with broad projection medially; median posterior elevated margin of clypeus reflexed to form a short tuberculate process; T7 dark mahogany red to black *segesta*
8. Scutellum evenly convex, punctate throughout 9
- Scutellum with a median longitudinal smooth polished area 11
9. Median impunctate area of T7 terminating into the arms of a Y-shaped carina, with the dorsal “arms” of the Y short *nisa*

- Median impunctate area not terminating into the arms of a Y-shaped carina 10
- 10. Median impunctate area of T7 terminating at a short, arcuate, transverse carina; posterior elevated margin of clypeus evenly arcuate (Fig. 7); S8 with flattened, glabrous lateral swellings, not posteriorly terminating into an elevated tubercle *subrobusta*
 - Median impunctate area of T7 terminating at a blunt bituberculate prominence; posterior elevated margin of clypeus subrectangular with postero-lateral angles reflexed (Fig. 6); S8 with prominent lateral ridges posteriorly terminating into an elevated tubercle *porcata*
- 11. Median impunctate area of T7 terminating into the arms of a Y-shaped carina, with the stem of the Y short (Fig. 5); S8 with a prominent median tumid elevation posteriorly, the elevation mostly covered with upright setae; enclosed area of propodeum elevated posteriorly into a distinct tubercle 12
 - Impunctate area of T7, viewed posteriorly, terminating into a sharp arcuate or Ω -shaped carina (Fig. 3); S8 without a median tumid elevation posteriorly; enclosed area of propodeum not elevated posteriorly into a tubercle 14
- 12. S6 with large posterolateral tubercles; posterior elevated area of clypeus transverse, twice as broad as high *labdace*
 - S6 without distinct posterolateral tubercles; posterior elevated area of clypeus arcuate, about two thirds as high as broad 13
- 13. Metasomal segment seven black *tumidula*
 - Metasomal segment seven orange-red *connexa*
- 14. Elevated portion of T7, viewed posteriorly, defined dorsally by a sharp, triangular, arcuate carina *runata*
 - Elevated portion of T7, viewed posteriorly, defined by a rounded Ω -shaped carina 15
- 15. Legs entirely black *continua*
 - Meso- and metatarsi orange-red *heterospila*



Figs. 1–5. *Timulla* males, tergum seven. 1. *T. prominens*, dorsal view (arrow indicating T7 posterior emargination), 2. *T. lilea*, lateral view, 3. *T. heterospila*, posterior view, 4. *T. bradleyi*, dorsal view, 5. *T. tumidula*, dorsal view.



Figs. 6–7. *Timulla* males clypeus, frontal view. 6. *T. porcata*, 7. *T. subrobusta*.



Figs. 8. *T. runata*, male, dorsal view. Mesoscutum (M), tegula (T) and scutellum (S)

Females

1. Pygidium longitudinally striate; head black (Fig. 20) *prominens prominens*
- Pygidium not longitudinally striate, sculptured otherwise; head black or reddish 2

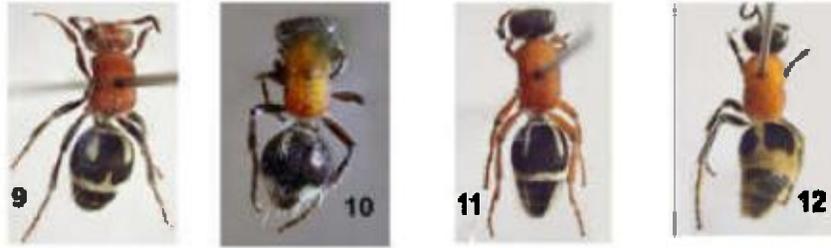
2. Head reddish, concolorous with mesosoma (Figs 9, 14–15) 3
- Head black, contrasting with reddish mesosoma (Figs 10–12) 5

3. Posterior margins of T1 and T2 with incomplete white pubescent bands: band of T1 widely interrupted medially with black, band of T2 composed of median rhomboidal spot that is laterally flanked by white pubescent bands (Fig. 15) *heterospila*
- Posterior margins of T1 and T2 with complete white pubescent bands 4

4. Pygidium with basal half rugose and apical half glabrous; sides of propodeum with large, close punctures throughout; T2 with posterior transverse white band almost uniform in width (Fig. 14); T3–T5 with lateral, longitudinal, white pubescent bands *continua*
- Pygidium longitudinally rugose from base to apical margin (or

- nearly so), with granulate sculpturing between rugae; sides of propodeum almost impunctate, with few small scattered punctures; T2 with posterior transverse white band strongly sinuate (Fig. 9); T3–T5 black, without lateral white pubescent bands *absentia*
5. Legs orange-red (Figs 11, 17, 21–23) 6
 – Legs entirely black or dark mahogany red (except *T. bradleyi* often with basal third of femur reddish, remainder of leg black) (Figs 12–13, 18–19) 11
6. Lateral white pubescent stripes on T2 continuous from anterior to posterior margins (Fig. 21) *runata*
 – Lateral white pubescent stripes on T2 confined to anterior half to two-thirds of T2 (Figs. 17, 22–23) 7
7. Posterior face of propodeum with a median, longitudinal stripe or blotch of black integument (Fig. 17) 8
 – Propodeum uniformly reddish (Figs 18–20) 9
8. Pleura and most of coxae red; non-white setae covering most of T2–T5 black and sometimes obscurely coppery-red when viewed at certain angles *lilea* (in part)
 – Pleura partly black, and coxae entirely black to dark red; non-white setae covering most of T2–T5 conspicuously coppery-red when viewed at certain angles (Fig. 23) *subrobusta*
9. Propodeum broader than pronotum in dorsal view *segesta*
 – Pronotum and propodeum equally broad in dorsal view 10
10. Lateral white pubescent stripes of T2 linear (Fig. 11); T2 with posterior transverse white band uniform in width; lateral white pubescent spots of T5 widely separated, not confluent medially at posterior margin of tergum; pygidium finely rugose posteriorly *centroamericana*
 – Lateral white pubescent stripes of T2 elongate-ovate (Fig. 17); T2 with posterior transverse white band broad at sides, narrowing towards middle and medially expanded forward at a short angle;

- lateral white pubescent spots of T5 confluent medially at posterior margin of tergum; pygidium weakly granulate posteriorly..... *lilea* (in part)
11. Lateral white or golden pubescent stripes on T2 continuous from anterior to posterior margins 12
 - Lateral white pubescent stripes on T2 not reaching posterior margin of T2 13
 12. At least basal half of pygidium rugose; posterior marginal pubescent bands of T1-T2 and lateral pubescent stripes on T2 white, with the posterior band of T2 linear and uniform in width (Fig. 18) *nisa*
 - Pygidium granulate throughout; posterior marginal pubescent bands of T1-T2 and lateral pubescent stripes on T2 golden, with the posterior band of T2 wide and non-uniform in width (Fig. 12) *chrysea*
 13. Posterior marginal white pubescent band of T2 interrupted medially with black setae (Fig. 10); T3-T5 with transverse white setal bands that reach lateral margins of terga; pronotum as broad as propodeum *bradleyi*
 - Posterior marginal white pubescent band of T2 complete (Figs 16, 19,24); T3-T5 with lateral setae black near margins, usually with sublateral white setal spot on T3-T5 (except *T. tumidula*); propodeum broader than pronotum 14
 14. Lateral white pubescent patches on T3 and T4 absent (Fig. 24) *tumidula*
 - Lateral white pubescent patches on T3 and T4 present (Figs 13, 16, 19) 15
 15. Pleura partly black; posterior face of propodeum with a median blotch of black integument *connexa*
 - Pleura reddish; propodeum uniformly reddish 16
 16. Sides of propodeum with small, scattered punctures *porcata*
 - Sides of propodeum with large, close punctures throughout *labdace*



Figs. 9–12. *Timulla* females. 9. *T. absentia*, 10. *T. bradleyi*, 11. *T. centroamericana*, 12. *T. chrysea*.



Figs. 13–16. *Timulla* females. 13. *T. connexa*, 14. *T. continua*, 15. *T. heterospila*, 16. *T. labdace*.



Figs. 17–20. *Timulla* females. 17. *T. lilea*, 18. *T. nisa*, 19. *T. porcata*, 20. *T. prominens*.



Figs. 21–24. *Timulla* females. 21. *T. runata*, 22. *T. segesta*, 23. *T. subrobusta*, 24. *T. timidula*.

Checklist of *Timulla* from Panama

Timulla absentia Mickel, 1938
female (Fig. 9)

Cambra & Quintero (1993), male description.

Material examined. **NICARAGUA:** Rivas Dist., Playa La Flor, 1–8 ago 1999, van den Berghe, 5♀, 1♂ (MIUP). **COSTA RICA, Guanacaste Prov.:** Playa Naranjo, Sta. Rosa, P.N. Guanacaste, mar 1991, E. Alcazar, 1♂ (INBio); Est. Biol. Nancite, P.N. Sta. Rosa, 0 m, sep 1990, E. Alcazar, 1♂ (INBio); Bahía Junquillal, 4 may 1995, F. Quesada, 1♂ (INBio). **Puntarenas Prov.:** Est. Sirena, 0–100 m, P.N. Corcovado, 21 mar –21 abr 1992, Z. Fuentes, 6♂ (INBio, MIUP); abr 1992, G. Rodríguez, 4♂ (INBio, MIUP); Punta Catedral, P.N. Manuel Antonio, 80 m, Quepos, jul 1992, G. Varela, 2♀ (INBio, MIUP); ago 1992, G. Varela, 1♂ (INBio). **PANAMA: Los Santos Prov.:** Playa de Guanico Abajo, 27 nov 1988, R. Rodríguez, D. Quintero, & R. Cambra, 2♀ (EMUS). **Veraguas Prov.:** P.N. Coiba, Isla Coibita, 6–11 mar 1998, R. Cambra, A. Santos, 11♀, 9♂ (MIUP); Santa Catalina, N7.6243° W81.2421°, 181', 12 feb 2012, F.D. Parker & T.D. McIntyre, 2♀ (EMUS).

Distribution: Nicaragua (first record for this country), Costa Rica, and Panama (Chiriquí, Veraguas, Los Santos, Herrera, Panama) (Mickel, 1938; Cambra & Quintero, 1993).

Timulla bradleyi Mickel, 1938; male

(Fig. 4, 10, 30, 38)

Cambra & Quintero (1993), female description.

Material examined. COSTA RICA, Alajuela Prov.: Sect. San Ramon de Dos Rios, 620 m, 3–24 abr 1995, M. Chinchilla, 1♂ (INBio); Bijagua, 20 km S Upala, 12 may 1991, 1♂ (INBio). Cartago Prov.: Turrialba, Exp. Stat., 20 ago 1989, 1♂ (INBio). Guanacaste Prov.: Est. Pitilla, 700 m, 9 km S. Sta. Cecilia, mar 1991, C. Moraga, 1♂ (INBio); 4–25 nov 1991, Igual col., 1♂ (IMIUP); may 1994, P. Rios, 1♂ (INBio). Heredia Prov.: El Ceibo, P.N. Braulio Carrillo, 400–600 m, ene 1990, C. Chavez, 1♂; feb 1990, C. Chavez, 4♂ (INBio, MIUP). Limon Prov.: Sector Cerro Cocori, Fca. de E. Rojas, 150 m, mar 1993, E. Rojas, 2♂; ene 1992, E. Rojas., 1♂; may 1991, 2♂; 9–30 nov 1992, 2♂; dic 1992, 1♂; abr 1992, 1♂; abr 1993, 2♂; sep 1993, 1♂; dic 1992, 1♂ (INBio, MIUP); Sector Cerro Cocori, 30 km al N de Cariari, A.C. Tortuguero, 100 m, feb 1994, E. Rojas, 1♂; Limon, 1♂ (INBio). Puntarenas Prov: Est. Sirena, 0–100 m, P.N. Corcovado, jun 1991, G. Fonseca, 1♂; mar 1992, same coll., 1♂; ene 1990, 1♂; ene 1992, 1♂; feb 1990, 1♂; 21 mar–21 abr 1992, Z. Fuentes, 2♂; dic 1993, G. Fonseca, 1♂; mar 1993, G.Fonseca, 1♂; abr 1995, B. Gamboa, 1♂ (INBio, MIUP). Rancho Quemado, 200 m, Peninsula de Osa, mar 1992, F. Quesada, 1♂; nov 1991, same coll., 1♂; dic 1991, 1♂; dic 1992, M. Segura, 1♂; 12–24 may 1993, A. Gutierrez, 1♂; 10–31 mar 1992, A.L. Marin, 1♂; 1–20 dic 1993, 1♂; 4–27 jul 1994, 2♂; 12 mar– 3 abr 1994, 2♂; 4–25 may 1994, 1♂; 4–25 ene 1994, 1♂; 6–12 feb 1994, 1♂; 14–28 jul 1993, A. Gutierrez, 1♂ (INBio, MIUP); Corcovado National Park, Osa Peninsula, 16–25 mar 1977, D. Enezen, 1♂ (INBio); Send. a Rio Claro, P.N. Corcovado, ene-mar 1992 (trp. Malaise), 1♂ (INBio); Est. Agujas, 375m, 22 ago 1996, M. Lobo, 2♂ (INBio, MIUP); Fila Madre, 3 km SO de Cerro Rincon, 710 m, 25 may 1995, A. Azofeifa, 2♂ (INBio, MIUP); Qbda. Piedras Blancas, 400 m, 10–14 ago 1997, M. Lobo, 1♂ (INBio). PANAMA: Bocas del Toro Prov.: P. Int. La Amistad, Wexso-Teribe, 17–24 oct 1999, A. Santos, 1♂ (MIUP). Darien Prov.: P. Nac. Darien, Estac. Rancho Frio, Pure, 20 mar–5 abr 1999, Cambra & Santos, 1♀, 4♂ (MIUP).

Distribution: Costa Rica and Panama (Bocas del Toro, Coclé, Colon, Darien) (Mickel, 1938; Cambra & Quintero 1993).

Timulla centroamericana (Dalla Torre, 1897); female
(Figs 11, 27, 35)

Timulla proclivis Mickel, 1938; male: Cambra & Quintero (1993), synonymy.

Material examined. PANAMA: Chiriquí Prov.: 8 km S Boquete: N8.6986° W82.4505°, 2693', 15–29 feb 2012, F.D. Parker & T.D. McIntyre, pantrap, 1♀ (EMUS); 15–29 feb 2012, pan traps, 1♂ (EMUS). **Coclé Prov.:** Antón: Juan Díaz, 7 feb 1989, J. Castañeda, 1♀ (EMUS). **Veraguas Prov.:** Santa Fe, Alto de Piedra, 24 mar 1999, L. De Gracia, C. Vega, 2♀ (MIUP).

Distribution: Panama (Chiriquí, Veraguas, Los Santos, Colon, Panama), Colombia, and Ecuador (Mickel, 1938; Cambra & Quintero, 1993).

Comments: Each female specimen from Santa Fe in Veraguas is mounted on a pin with a female of *Auplopus* sp. (Pompilidae). One has the following information on the label: “carrying in flight the Mutillidae”; the other: “attacking the Mutillidae”. Cambra *et al.* (2018) mentioned a female wasp of *Microbembex monodonta* (Crabronidae) carrying in flight a female of *Dasymutilla araneoides*. The Crabronidae are widely recognized hosts of Mutillidae (Callan, 1942; Quintero & Cambra, 1996), and Pompilidae might be as well. The act of carrying a mutillid wasp in flight by Pompilidae and Crabronidae could be a defense mechanism, with the potential host trying to move the parasitoid away from its nesting area.

Timulla chrysea Mickel, 1938; female
(Fig. 12)

Male description. Body length 13.0 mm. *Color:* Integument of head, mesosoma and legs black; first segment and last two segments of metasoma dark mahogany red to black, other segments orange; tibial spurs white. Setae of head, mesosoma, and legs golden except

mesonotum mostly dark brown to black; metasoma with golden setae. *Head.* Median area of clypeus concave, anterior margin straight, posterior elevated margin evenly arcuate; mandible ventral margin excised, forming a large basal tooth; ocelli small, distance between eye margin and lateral ocellus $3.0 \times$ diameter of lateral ocellus. *Mesosoma.* Scutellum with a median longitudinal smooth polished area on anterior half; enclosed area of propodeum not elevated posteriorly; tegula mostly impunctate and glabrous except anterior and inner margins with micropunctures and setae. *Metasoma.* Median impunctate area of T7 extending to posterior margin, not interrupted by elevation of any kind; S1 with median longitudinal carina; S7 without lateral tubercles; S8 without basal lateral tubercle, with oblique weak ridge in apical half, without median tumid elevation posteriorly.

Material examined. **COSTA RICA.** **Alajuela Prov.:** R. San Lorencito, 900 m, R. F. San Ramon, 5 km N de Colonia Palmareña, 13–18 jun 1993, 2♂ (INBio, MIUP). **Cartago Prov.:** P.N. Tapanti, 1150 m, mar 1994, G. Mora, 1♂ (INBio); Quebrada Segunda, P.N. Tapanti, 1150 m, may 1994, G. Mora, 1♂ (INBio); Grano de Oro, Chirripo, Turrialba, 11–20, jul 1993. **P. Campos.** 1♂; mar 1993. **P. Campos.** 1♀ (INBio, MIUP); Monum. Nac. Guayabo, 1100 m, oct 1994, G. Fonseca, 1♂ (INBio). **Guanacaste Prov.:** R. San Lorenzo, 1050 m, R.F. Cord. Guanacaste (Tenorio), jul 1991, C. Alvarado, 1♀ (INBio). **Puntarenas Prov.:** Fila Cruces, Finca I lama, 1200 m, 6 may 1996, I. Chacon, 1♀ (INBio). **PANAMA:** **Chiriqui Prov.:** Fortuna, Div. Cont. 17 may 1996, Turnbow, 1♀ (MIUP); abr 1999, R. Cambra, 2♀, 1♂; 28 ago 1987, R. Rodriguez, 1♂ (MIUP).

Distribution: Costa Rica and Panama (Chiriqui). First record for Panama.

Comments. *Timulla chrysea* and *T. bradleyi* are the only two Panamanian males with the median impunctate area of T7 extending to posterior margin, not interrupted by an elevation of any kind. These species differ in clypeal morphology and metasomal coloration as presented in the key above. Females of these species have similar mesosomal morphology, but are easily differentiated by metasomal setal pattern and color.

Timulla connexa (Cameron, 1894); male

(Fig. 13)

Timulla selene Mickel, 1938; female: Cambra & Quintero (1993), synonymy.

Material examined. COSTA RICA, Alajuela Prov.: Fca. Josephina, 2 km S. Pital, 5–27 nov 1988, F. Parker, 2♀. Cartago Prov.: Turrialba, Exp. Stat., 20 ago 1989, F. Parker, 1♀ (INBio). Limon Prov.: Est. Hitoy Cerere, 100–200 m, Res. Biol. Hitoy Cerere, 30 jul–20 jun 1992, F. Quesada, 1♂; jul 1991, G. Carballo, 1♂; sep 1990, G. Carballo, 1♂ (INBio, MIUP). San Jose Prov.: Est. Bijagual, 600 m, N. de Bijagualito, 500 m, abr 1995, J. Saborio, 1♂ (INBio); Cerro Bares, 1756 m, Zona Protectora, cerro Turrubares, abr 1990, R. Zuñiga, 1♂ (INBio); Amubri, A.C. Amistad, 70 m, 4–30 abr 1994, G. Gallardo, 1♂; 3–28 feb 1995, G. Gallardo, 1♂ (INBio, MIUP). Puntarenas Prov.: Rancho Quemado, 200 m., Peninsula de Osa, may 1992, F. Quesada, 1♂; sep 1992, M. Segura, 1♂; abr 1992, K. Flores, 1♂; oct 1992, F. Quesada, 1♂ (INBio, MIUP); Est. Sirena, P.N. Corcovado, 1–100 m, abr 1994, G. Fonseca, 1♂ (INBio); Estacion Quebrada Bonita, R.B. Carara, may 1994, J. Saborio, 1♂; ene 1994, R. Guzman, 1♀ (INBio, MIUP); Est. Rio Bonito, 100 m, 7–15 jul 1997, E. Fletes, 1♂ (INBio); Est. Agujas, 300 m, 11–27 jul 1996, A. Azofeifa, 1♂; 17–21 nov 1997, M. Lobo, 1♂; 1–7 dic 1997, A. Azofeifa; mar 1996, A. Azofeifa, 1♂; 4–8 ago 1997, M. Lobo, 1♂ (INBio, MIUP); Fila Madre, 3 km SO de Cerro Rincon, 710 m, 25 may 1995, A. Azofeifa, 1♂ (INBio); Qbda. Piedras Blancas, 400 m, 10–14 ago 1997, M. Lobo, 1♂ (INBio). PANAMA: Bocas del Toro Prov.: Wekso-Teribe, 17–24 oct 1999, A. Santos, 1♂ (MIUP). Veraguas Prov.: Santa Fe, Altos de Piedra, 13–17 nov 1999, A. Santos, 1♀, 1♂ (MIUP). Colon Prov.: Santa Rita, 20–21 dic 1990, R. Cambra, 1♂ (MIUP). Panama Prov.: Cerro Campana, 14 jul 1990, R. Cambra, 1♂ (MIUP).

Distribution: Costa Rica and Panama (Bocas del Toro, Chiriqui, Veraguas, Coclé, Colon, Panama). (Cameron, 1894; Mickel, 1938; Cambra & Quintero, 1993).

Comments: Mickel (1938) indicated that the females of *T. connexa* (as *T. selene*) and *T. porcata* were similar and that they may belong to a

single species. When Cambra & Quintero (1993) discovered the sexual associations for these taxa, the males were found to be distinctive in various structural features, as indicated in the key above. Therefore, Mickel's treatment of *T. connexa* and *T. porcata* as separate species is supported by our work.

Timulla continua Mickel, 1938: female
(Fig. 14)

Timulla rufogastra: Cambra & Quintero (1986: 310), not Lepeletier, 1845.

Timulla rufogastra: Bartholomay *et al.* (2017: 138), not Lepeletier, 1845.

Male description. Body length 12.5 mm. *Color*: Integument of head, mesosoma and legs black; metasoma orange; tibial spurs white. Setae of head, mesosoma, and legs white except mesonotum mostly black; metasoma with golden setae. *Head*. Median area of clypeus concave, anterior margin straight, posterior elevated margin evenly arcuate; mandible ventral margin excised, forming a large basal tooth; ocelli small, distance between eye margin and lateral ocellus $3.2 \times$ diameter of ocellus. *Mesosoma*. Scutellum gibbose, with a median, longitudinal, smooth, polished area on anterior half; enclosed area of propodeum not elevated posteriorly; tegula mostly impunctate and glabrous except anterior and inner margins with micropunctures and setae. *Metasoma*. Posterior margin of T7 not emarginate medially; elevated portion of T7, viewed from rear, defined by a Ω -shaped carina; S1 with median longitudinal carina; S6 without lateral tubercle; S7 with basal lateral tubercle; S8 with oblique weak ridge, without median tumid elevation posteriorly.

Material examined. **COSTA RICA:** Limón: Parque Nacional de Cahuita, rainforest, 3–4 ago 1981, H.V. Weems, Jr. & G.B. Edwards, 1♀ (FSCA); San José Prov.: San Isidro del General, feb 1993, F.D. Parker, 3♂ (EMUS). **PANAMA:** Chiriquí Prov.: 8 km S Boquete: 15–29 feb 2012, F.D. Parker & T.D. McIntyre, malaise, 1♂ (EMUS); 3 ene 2012, F.D. Parker, pantrap, 1♂ (EMUS). Colon Prov.: Punta Galeta, STRI marine station, 18 may 2003, A. Aiello (captured mating pair at leaf, 5:30 pm); Viento Frio, 12 may 1995, R. Cambra, 1♀, 6♂ (MIUP).

Distribution: Costa Rica and Panama (Colon and Darien).

Comments: The sex association is based on coincidental distribution and capture of one mating couple. Cambra & Quintero (1993) reported *Timulla rufogastra* (Lepeletier, 1845) from Panama, based on 14 male specimens collected in Darien Province. Now, we recognize these specimens as the opposite sex of *T. continua*. Males of *T. rufogastra* and *T. continua* are similar in morphology, but differ in the shape of the clypeus; *T. rufogastra* has the posterior elevated margin of the clypeus weakly reflexed medially, forming a small tubercle, while *T. continua* has the posterior margin evenly arcuate. Bartholomay *et al.* (2017) reported males of *T. rufogastra in capula* with females of *T. eriphyla* Mickel, 1938 and synonymized these taxa. The three males reported from Costa Rica in the latter reference as *T. rufogastra* are actually *T. continua*. Females of *T. eriphyla* have not been collected in Panama nor in Costa Rica, which supports the absence of *T. rufogastra* from these countries.

Timulla heterospila (Gerstaecker, 1874); female
(Fig. 15)

Timulla thura (Cameron, 1894); male: Cambra & Quintero (1993), synonymy.

Material examined. PANAMA: Coclé Prov.: Nata, 9 ene 1994, M. Gonzalez, 1 ♀ (MIUP). Panama Prov.: Capira, Cermeño, 1 ene 1995, M. Castro, 1 ♀ (MIUP).

Distribution: Panama (Veraguas, Los Santos, Coclé, Panama), Colombia, and Venezuela (Mickel, 1938; Cambra & Quintero, 1992, 1993).

Timulla labdace Mickel, 1938; male
(Figs 16, 31, 39)

Timulla rani Mickel, 1938; female: Cambra & Quintero (1993), synonymy.

Material examined. PANAMA: Colón Prov.: Quebrada Bonita, NW Madden Dam, 23 oct 1957, W.J. Hansen, 1 ♂ (EMUS); Santa Rita Ridge, 15 km E Colón, 10–12 jun 1997, Peck, 1 ♂ (EMUS). **Darien**

Prov.: P. Nac. Darien, Estac. Rancho Frio, Pirre, 20 mar–5 abr 2000, Cambra & Santos, Malaise traps, 25♂ (MIUP). Panama Prov.: 34 specimens collected in Barro Colorado Island with ten Malaise traps from the years 2001 to 2006 (Saavedra, 2014) (MIUP); see tables 1 and 2.

Distribution: Panama (Panama, Colon, Darien) and Colombia (Mickel, 1938; Cambra & Quintero, 1993).

Comments. Relatively few specimens (34 males, Tables 1–2) of *T. labdace* were captured in Barro Colorado Island (BCI) during five years of sampling with ten Malaise traps. The largest number of specimens were collected in the months of September (10 specimens) and January (9). The low number of specimens could be related to two factors: 1) the Canal Area of Panama is the southern limit of distribution of this species, or 2) Barro Colorado is a very small artificial island (54 km²), formed during the construction of the Panama Canal, with probable limitation of hosts. In other localities, however, the species is more common. In the area of Cana, Darien, 28 specimens were collected, with a Malaise trap and manual collections (two people), from April 4–12 (see Cambra & Quintero, 1993). Additionally, the data presented here, 25 males captured with 5 Malaise traps, indicate the abundance of this species in Darien in the months of March and April, which, strangely, are two months in which no specimens were captured during 5 years of sampling on BCI.

Table 1. Specimens of *T. labdace* collected by year in B.C.I.

2001	2002	2003	2004	2005	2006	TOTAL
0	14	2	4	8	6	34

Table 2. Specimens of *T. labdace* collected by month (six years) in B.C.I.

En	Fe	Ma	Ab	Ma	Jun	Jul	Ag	Se	Oc	No	Di
9	1	0	0	4	4	2	0	10	0	2	2

Timulla lilea (Cameron, 1894); female
(Figs 17, 28, 36)

Mutilla orthona Cameron, 1894: 288–289. Male, San Felix, Chiriqui, Champion, British Museum Natural History. **NEW SYNONYMY.**

Timulla orthona: Mickel (1938).

Material examined. COSTA RICA. Alajuela Prov.: Sector San Ramon, 800 m, 11–15 abr 1994, M. Zumbado, 1♂ (INBio); Bijagua, 20 km S Upala, 10 ene 1991, 1♂; 29 ene 1991, 1♂; 24 feb 1990, 1♂; 17 mar 1991, 1♂; 26 mar–12 abr 1991, 1♂; 28 mar 1991, 1♂; 2 abr 1991, 1♂; 15 abr 1991, 1♂; 29 abr 1991, 1♂; 16 may 1991, 1♂; 1 may 1990, 1♂; 1–3 may 1990, 2♂; 1–10 may 1990, 1♂; 11–15 may 1990, 1♂; jun 1990, 13♂; 15–18 jul 1990, 3♂; 1–12 ago 1990, 1♂; 27 sep–18 oct 1990, 2♂; 21–23 ago 1990, 1♂; 14–16 ago 1990, 1♂ (INBio, MIUP); Finca Los Lagos, 76 km N Fortuna, 10 ago 1989, 1♂ (INBio); Sector Colonia Palmareña, 9 km SO de Bajo Rodriguez, 700 m, 28 feb– 11 mar 1997, G. Carballo, 2♀ (INBio, MIUP). **Cartago Prov.:** Ref. Nac. Fauna Silv. Tapanti, 1250 m, oct 1991, G. Mora, 2♂; sep 1991, G. Mora, 1♂; nov 1991, G. Mora, 1♂ (INBio, MIUP); Monumento Nacional Guayabo, A. C. Amistad, 1100 m, jun 1994, G. Fonseca, 1♂ (INBio); Grano de Oro, Chirripo, Turrialba, 1120 m, feb 1993, P. Campos, 1♂; 8–31 ago 1992, P. Campos, 1♂ (INBio, MIUP). **Guanacaste Prov.:** Est. Cacao 1000–1400 m, SW ladera Volcan Cacao, sep 1989, R. Blanco, 1♂ (INBio); Rio San Lorenzo, 1050 m, Tierras Morenas, Z. Prot. Tenorio, jul 1992, G. Rodriguez, 2♂; may 1994, G. Rodriguez, 1♀ (INBio, MIUP); Est. Pitilla, 700 m, 9 km S. Sta. Cecilia, P.N. Guanacaste, 21 mar– 6 abr 1993, C. Moraga, 1♂ (INBio); E.J.N., 14 km S Cañas, 1–12 mar 1990, 1♂ (INBio). **Limon Prov.:** Est. Hitoy Cerere, Res. Biol. Hitoy Cerere, Rio Cerere, 200 m, sep 1990, G. Carballo, 1♂; Amubri, A.C. Amistad, 70 m, 4–30 abr 1994, G. Gallardo, 2♂; jul 1996, G. Gallardo, jul 1996, 1♂; ago 1996, 1♂; 2–30 mar 1996, 3♂ (INBio, MIUP). **Puntarenas Prov.:** Fca. Cafrosa, Est. Las Mellizas, P.N. La Amistad, 1300 m, mar 1991, M. Ramirez, 1♂; Est. Sirena, 0–100m, P.N. Corcovado, ene 1992, G. Fonseca, 2♂; oct 1991, G. Fonseca, 1♂; abr 1991, G. Fonseca, 1♂; dic 1991, G. Fonseca, 1♂; sep 1990, Saborio, 1♀; nov 1990, Saborio, 1♀ (INBio, MIUP); Rancho Quemado, 200 m, Peninsula de Osa, dic 1991, F. Quesada, 1♂; 11–28 oct 1993, A. Gutierrez, 1♀; Rey Curre, 100 m,

2–28 feb 1993, S. Rojas, 1♂ (INBio, MIUP); Albergue Cerro de Oro, 200 m, 5–9 may 1995, B. Gamboa, 1♂ (INBio). **San Jose Prov.:** San Isidro, 9 mi S., 31 dic 1988, 1♂ (INBio). **PANAMA:** Bocas del Toro Prov.: P. Int. La Amistad, Wekso-Teribe, 17–24 oct 1999, A. Santos, 11♂ (MIUP). **Veraguas Prov.:** Dist. Bahia Honda, 28 may–2 jun 2002, Cambra & Santos, 2♀, 1♂ (MIUP).

Distribution: Nicaragua, Costa Rica, Panama (Bocas del Toro, Chiriqui, Veraguas, Panama, Darien), and Colombia (Mickel, 1938; Cambra & Quintero, 1992, 1993).

Comments: The sex association is based on coincidental distribution. We have not collected specimens of *T. lilea* in the Provinces of Panama and Darien, despite abundant sampling in those Provinces. Mickel (1938) mentioned that he examined female specimens of *T. lilea* collected in Darien and Western Colombia and indicated that these specimens have the black integument on the posterior area of propodeum almost obsolete. Those specimens he mentioned could actually be *T. segesta*, which can be difficult to separate from *T. lilea*.

Timulla nisa Mickel, 1938; female
(Fig. 18)

Cambra & Quintero (1993), male description.

Material examined. **COSTA RICA, Chiriqui Prov.:** Boquete, 14–21 ene 2012, F.D. Parker, 1♂ (EMUS); **Puntarenas Prov.:** Vuelta Campana, R. Terraba, 100–500 m, Rey Curre, 12–14 mar 1993, M. Camacho, F. Mejia, A. Mora, 1♀ (INBio, MIUP). **PANAMA:** **Veraguas Prov.:** Dist. Bahia Honda, 9–11 ago 2001, A. Santos, 1♀, 3♂ (MIUP). **Los Santos Prov.:** Tonosi, Res. Forestal La Tronosa, 29 jul–1 ago 2006, R. Cambra, 1♀, 10♂ (MIUP).

Distribution: Costa Rica, Panama (Chiriqui, Veraguas, Los Santos, Panama, Coclé), Colombia, Venezuela, and Trinidad (Mickel, 1938; Cambra & Quintero, 1992, 1993).

Timulla porcata (Cameron, 1894); female

(Figs 6, 19, 26, 34)

Timulla bituberculata Mickel (1938), male. Cambra & Quintero (1993), synonymy.

Timulla phiala Mickel (1938), female: Cambra & Quintero (1993), synonymy.

Material examined. COSTA RICA, Guanacaste Prov.: Est. Murcielago, 8 km SW de Cuajiniquil, P.N. Guanacaste, 100 m, ago 1993, E. Araya, 1♂; 19 sep 1994, F. Quesada, 1♂; Est. Sta. Rosa, 300 m., P.N. Guanacaste, 13–28 jun 1992, 1♂; 3–12 jun 1992, 1♂; ene 1991, 1♂; ene 1991, M. Zumbado, 1♂, 1♀ (phoretic pair, mounted in same pin) (INBio, MIUP); Est. Maritza, 600 m, W ladera volcan Orosi, ago 1990, 1♀, 2♂; jun 1990, R. Blanco, 1♂; 28 feb–10 mar 1992, D. Garcia, 1♂; 27 feb–10 mar 1992, R. Vargas, 1♀; 27 feb–10 mar 1992, M. Segura, 1♂, 1♀ (phoretic pair, mounted in same pin) (INBio, MIUP); Fca. Jenny, 30 km N de Liberia, P.N. Guanacaste, 5–26 ago 1993, E. Araya, 1♂; 16–20 may 1994, 1♀; 8–20 mar 1994, 1♀; 7–28 jun 1994, 1♀; mar-abr 1989, 3♂, 1♀; oct 1988, 1♀; 16 oct–10 nov 1991, 2♀; ene 1992, E. Araya, 2♀; 2–24 ene 1995, E. Araya, 1♀ (INBio, MIUP); Playa Naranjo, Sta. Rosa, P.N. Guanacaste, dic 1990, E. Alcazar, 1♀; mar 1991, E. Alcazar, 1♀ (INBio, MIUP); 3 km NO de Nacaome, 100 m, P.N. Barra Honda, dic 1992, M. Reyes, 1♀; abr 1993, M. Reyes, 1♂, 1♀ (INBio, MIUP); Est. Las Pailas, 800 m, P.N. Rincon de la Vieja, 15 jul–14 sep 1992, J. Sihezlar, 3♀; 5–24 ago 1994, D. Garcia, 1♂, 1♀ (phoretic pair, mounted in same pin); 6 ene–13 abr 1993, igual col., 1♀; 15 sep–12 nov 1992, 1♀; 9–25 feb 1993, D. Garcia, 1♀; 24 ago–14 sep 1992, 1♂; 1–22 jul 1992, 2♂; 24–30 abr 1994, K. Taylor, 2♂; 7–23 ene 1994, 1♀; sep 1993, 1♀; 12–23 ene 1994, 1♂ (INBio, MIUP); Los Almendros, P.N. Guanacaste, 8–20 nov 1993, E. Lopez, 2♀; 5–12 jul 1994, 1♂; 8–26 jun 1994, 1♂; 11–30 jun 1993, 1♂; 8–26 jun 1994, 1♂; 10–30 mar 1993, 1♂; 23 oct–13 nov 1992, E. Lopez, 2♀; 28 jul–14 ago 1992, E. Lopez, 1♀; 24 ago–14 sep 1992, 1♂ (INBio, MIUP); Est. Cacao, 1000–1400 m, ladera SO volcan Cacao, jun 1990, 1♂ (INBio); Est. Agua Buena, 220 m, P.N. Guanacaste, 8–23 abr 1993, E. Lopez, 1♂ (INBio); Ojo de Agua. Guapote, 270–280m, ene 1992, E. Araya, 2♀ (INBio, MIUP); Tierras Morenas, 700 m, jul 1993, G. Rodriguez, 1♂ (INBio); Sta. Cruz, 22

ene 2000, 1♂, 1♀ (INBio, MIUP). **Heredia** Prov.: La Ribera de Belen, 960 m, 9 oct 1994, M. Zumbado, 1♀; dic 1992, M. Zumbado, 1♀ (INBio, MIUP). **San Jose** Prov.: Escazu, 2–14 may 1988, 1♂ (INBio). **NICARAGUA**: Managua Dist., Laguna de Xiloa, 24 dic 1993, V. den Berghe, 1♀; Granada, 8♂ (MIUP). **GUATEMALA**: Escuintla, 6 may 1982, E. Morales, 1♂ (MIUP). **HONDURAS**: Fco. Morazan, 32 km E. El Zamorano, 7♀ (MIUP); Fco. Morazan, San Antonio del Oriente, El Zamorano, R. Cave, 2♂ (MIUP); E.A.P., 30 km E. Tegucigalpa, 12♀ (MIUP). **EL SALVADOR**: CAPREX, 4 may 1998, 1♀ (MIUP).

Distribution: Mexico to Panama (Mickel, 1938; Cambra & Quintero, 1992, 1993).

Comments: The sites in Panama where *T. porcata* has been found (from the border with Costa Rica to the Province of Coclé in the central part of the isthmus) and its absence from Darien, despite intense sampling, support Mickel's (1938) assertion that the record of a male from Colombia was mislabeled.

Timulla prominens prominens (Cameron, 1894); male, female
(Figs 1, 20, 32, 40)

Cambra & Quintero (1993): record for Panama.

Material examined. **COSTA RICA**: Alajuela Prov.: Bijagua, 20 km S. Upala, 22 abr 1991, 1♂, 1♀ (phoretic pair on same pin) (INBio). **Guanacaste** Prov.: Fca. Jenny, 30 km N. de Liberia, P.N. Guanacaste, mar-abr 1989, 2♂ (INBio, MIUP). **Limon** Prov.: Est. Hitoy Cerere, 100 m, R. Cerere, Res. Biol. Hitoy Cerere, ene 1993, G. Carballo, 1♀ (INBio). **MEXICO**: Chiapas, Chajul Biological St., 16° 7' N, 90° 57' W, 17 abr 1993, orillas rio Lacantun, R. Brooks, 1♀ (MIUP). **EL SALVADOR**: Amatecamp, 17 dic 1997, 1♀ (MIUP). **PANAMA**: **Bocas del Toro** Prov.: P.I.A. Wekso-Teribe, 17–24 oct 1999, A. Santos, 1♂ (MIUP).

Distribution: Mexico, Guatemala, El Salvador, Nicaragua, Costa Rica and Panama (Bocas del Toro) (Mickel, 1938; Cambra & Quintero, 1993).

***Timulla runata* Mickel, 1938; female**

(Figs 8, 21)

Timulla buscki Mickel, 1938; male: Cambra & Quintero (1993), synonymy.

Material examined. COSTA RICA, Puntarenas Prov.: Est. Sirena, 0–100 m, P.N. Corcovado, abr 1992, G. Rodriguez, 1♂ (INBio). PANAMA: Panamá Prov.: Chilibre, 23 abr 1989, M. Gutierrez, 1♀ (EMUS); Veraguas Prov.: P. Nac. Coiba, Isla Coiba, 1 ago 1998, R. Cambra, 1♀ (MIUP); 23–27 ene 1994, J. Nieves, 3♂ (MIUP); P. Nac. Coiba, Isla Coibita, 30 jul 1998, R. Cambra, 1♀ (MIUP); 6–11 mar 1998, Cambra & Santos, 1♂ (MIUP). Los Santos Prov.: Tonosi, R. Forestal La Tronosa, El Cortezo, 3–6 may 2006, Cambra & Santos, 1♂ (MIUP); Tonosi, R. Forestal La Tronosa, Buenos Aires, 29 jul–1 ago 2006, Cambra & Miranda, 1♀ (MIUP).

Distribution: Costa Rica and Panama (Chiriquí, Los Santos, Veraguas, Coclé, Colon, Panama) (Mickel, 1938; Cambra & Quintero, 1992, 1993).

***Timulla segesta* Mickel, 1938; female**

(Fig. 22)

Male description. Body length 13.2 mm. *Color:* Integument of head, mesosoma and legs black; metasoma orange except first and last segment dark mahogany red to black; tibial spurs white. Setae of head mesosoma and legs white except mesonotum black; metasoma with golden setae. *Head.* Median area of clypeus concave, anterior margin straight, posterior elevated margin not evenly arcuate, reflexed medially forming a tubercle; mandible ventral margin excised, forming a large basal tooth; ocelli small, distance between eye margin and lateral ocellus $3.2 \times$ diameter of lateral ocellus. *Mesosoma.* Scutellum evenly convex, punctate throughout; enclosed area of propodeum not elevated posteriorly; tegula mostly impunctate and glabrous except anterior and inner margins with micropunctures and setae. *Metasoma.* Posterior margin of T7 not emarginate medially; elevated portion of T7 terminating in a very prominent pointed tooth; S1 with median

longitudinal carina; S6 without lateral tubercle; S7 with basal lateral tubercle; S8 with oblique ridge, without median tumid elevation posteriorly.

Material examined. PANAMA: **Darien** Prov.: P. Nac. Darien: Estac. Cruce de Mono, 11–28 feb 1993, R. Cambra, 3♀, 2♂ (MIUP); Estac. Rancho Frio. Pirre, 20 mar–5 abr 2000, Cambra & Santos, 2♂; 7–16 nov 2000, Cambra & Santos, 1♀ (MIUP).

Distribution: Panama (Darien, Las Cruces trail: Mickel, 1938).

Comments: One male specimen of *T. segesta*, collected in Estac. Rancho Frio, is only 5 mm in length. It is the smallest male specimen examined of the genus *Timulla* in Panama; other males within the genus generally range from 9 to 17 mm in body length.

Timulla segesta is closely related to *Timulla lilea*. The female of *T. segesta* has the mesosoma slightly but distinctly broader posteriorly than anteriorly in dorsal view, while in *T. lilea* the mesosoma is not at all broader posteriorly than anteriorly. The males of *T. segesta* and *T. lilea* are the only species in Panama with the median impunctate area of T7 terminating in a very prominent, polished tooth or tubercle. The males of these species differ in both structure and color, as presented in the key above.

Timulla subrobusta (Cameron, 1894); female
(Figs 7, 23, 29, 37)

Mutilla talus Cameron, 1894: 282–283; male, Bugaba, Chiriqui, Champion, British Museum Natural History. **NEW SYNONYMY.**

Material examined. COSTA RICA, **Guanacaste** Prov.: Est. Las Pailas, 800 m, P.N. Rincon de la Vieja, 9–25 feb 1993, D. Garcia, 1♀; 8–26 may 1994, K. Taylor, 1♂ (INBio, MIUP); Est. Maritza, 600 m, W ladera volcan Orosi, 1 ago–1 oct 1992, malaise, 1♀ (INBio); Est. Pitilla, 700 m, 9 km S Sta. Cecilia, mar 1991, C. Moraga, 2♂; feb 1990, C. Moraga, 1♂; may 1988, 1♂; nov 1988, 1♂; 21 mar–21 abr 1989, 1♂; feb 1993, C. Moraga, 1♂; ene 1989, 1♂; sep 1988, 1♂; nov 1988, C. Chaves, 1♂ (INBio, MIUP); Est. Sta. Rosa, 300 m, P.N.

Guanacaste, abr 1991, G. Fonseca, 1♂; ene 1992, G. Fonseca, 1♂ (INBio, MIUP); 3 km NO de Nacaome, 100 m, P.N. Barra Honda, 3–30 may 1993, M. Reyes, 1♂ (INBio); Est. Palo Verde, 10 m, P.N. Palo Verde, 25 mar–21 abr 1992, A. Gutierrez, 1♂ (INBio). Puntarenas Prov.: Est. Quebrada Bonita, 50 m, Res. Biol. Carara, jul 1992, Saborio, 1♀; abr 1993, Saborio, 1♀; jul 1993, R. Guzman, 1♀; nov 1993, J. Saborio, 1♀; dic 1994, J. Saborio, 1♀; abr 1992, J. Saborio, 1♀; abr, 1995, R. Guzman, 1♀ (INBio, MIUP); Rancho Quemado, 200 m, Peninsula de Osa, 12–24 may 1993, A. Gutierrez, 1♂ (INBio); Est. Carara, 200 m, Res. Biol. Carara, feb 1990, R. Zuñiga, 1♂ (INBio); Sector Laguna Meandrica, 100 m, Res. Biol. Carara, jun 1990, R. Zuñiga, 1♂ (INBio); Est. Quebrada Bonita, R.B. Carara, 50 m, abr 1994, 3♂; may 1994, R. Guzman, 1♂; mar 1994, 1♂; may 1993, J. Saborio, 1♂; may 1994, J. Saborio, 2♂; ene 1995, R. Guzman, 1♂ (INBio, MIUP); P.N. Manuel Antonio, Quepos, 80 m, may 1991, R. Zuñiga, 1♂ (INBio); Est. Sirena, P.N. Corcovado, 1–100 m, abr 1994, G. Fonseca, 1♂ (INBio). Alajuela Prov.: Bijagua, 20 km S Upala, 20 ene–12 feb 1991, 2♂; 16 ene 1991, 1♂; 5 feb 1991, 1♂; 19 feb 1991, 1♂; 5 mar 1991, 2♂; 12 mar 1991, 1♂; 19 mar 1991, 1♂; 2 abr 1991, 1♂; 5 abr 1991, 1♂; 8 abr 1991, 1♂; 12 abr 1991, 1♂; 17 abr 1991, 1♂; 18 abr 1991, 2♂; 27 abr 1991, 1♂; 29 abr 1991, 2♂; 12 may 1991, 1♂; 11–15 may 1990, 1♂ (INBio, MIUP); Finca Josephina, 2 km S. Pital, 5–27 nov 1988, 3♂; 5–28 sep 1988, 1♂ (INBio, MIUP); Sector San Ramon, 620 m, abr 1994, P. Rios, 1♂ (INBio). Heredia Prov.: La Selva Res. Stat., 24–30 ago 1988, W. J. Hanson, 1♂ (INBio). San Jose Prov.: Cerro Bares, 1756 m, Zona Protectora, Cerro Turrubares, abr 1990, R. Zuñiga, 1♂ (INBio); Est. Bijagual, N. de Bijagualito, 500 m., mar 1995, J. Saborio, 1♂ (INBio). PANAMA: Chiriquí Prov.: Rio Sereno, Miraflores, 8 feb 1994, A. Rodriguez, 1♀, 1♂ (MIUP).

Distribution: Mexico, Costa Rica, and Panama (Chiriquí) (Mickel, 1938).

Comments: This was the last of the 16 Panamanian *Timulla* species to be recognized from both sexes. The association is based on coincidental distribution and the fact that all other Panamanian species were recognized from both sexes

Timulla tumidula Mickel, 1938; male
(Figs 5, 24, 33, 41)

Female description. Body length 11.5 mm. *Color.* Integument of head, legs and metasoma black; tibial spurs white; mesosoma red (Fig. 24). Setae of head white except vertex mostly black; mesosoma dorsum with dark red setae; mesopleura with white setae; metasoma posterior marginal white pubescent band of T1 and T2 complete; lateral white pubescent stripes on T2 not continuous from anterior to posterior margins; T3 and T4 with black setae, without lateral longitudinal bands of white pubescence; T5 with lateral white pubescence; sterna with white setae. *Mesosoma* broader posteriorly than anteriorly; scutellar scale present; sides of propodeum with large close punctures; lateral margins of propodeum weakly crenulate, without distinctive teeth. *Metasoma.* Basal two-thirds of pygidial area irregularly rugose; posterior third weakly sculptured.

Material examined. **COSTA RICA, Alajuela Prov.:** Sector San Ramon, 800 m, 11–15 abr 1994, M. Zumbado, 1♂; 11–15 abr 1994, 620 m, E. Araya, 1♂ (INBio, MIUP); Sector San Ramon de Dos Rios, 620m, 20 feb– 5 mar 1995, F. Quesada, 1♂; 18 mar– 13 abr 1995, F. Quesada, 1♂, 1♀ (mating pair), 27 Apr– 11 May 1995, F. Quesada, 1♂, 1♀ (mating pair) (INBio, MIUP); Est. San Ramon Oeste, 620m, 3–19 abr 1994, 2♂ (INBio, MIUP); San Cristobal, 600–620m, 3–23 mar 1997, F. Quesada, 1♂ (INBio); Rio San Lorencito, 900 m. Res. For. San Ramon, 5 km N Colonia Palmarena, mar 1990, 1♀ (INBio); Alajuela, 9♂ (INBio, MIUP); Bijagua, 20 km S Upala, 6 ene 1991, 1♂; 8 ene 1991, 1♂; 29 ene 1991, 1♂; 20 ene–12 feb 1991, 4♂; 5 feb 1991, 1♂; 7 feb 1991, 2♂; 12 feb 1991, 2♂; 14 feb 1991, 1♂; 16 feb 1991, 1♂; 5 mar 1991, 1♂; 17 mar 1991, 1♂; 28 mar 1991, 2♂; 2 abr 1991, 1♂; 4 abr 1991, 1♂; 5 abr 1991, 1♂; 12 abr 1991, 1♂; 8 abr 1991, 1♂; 18 abr 1991, 1♂; 17 abr 1991, 1♂; 29 abr 1991, 1♂; 11–15 may 1990, 1♂; 12 may 1991, 1♂; 16 may 1991, 1♂; jun 1990, 3♂; 25 dic 1990, 3♂ (INBio, MIUP). **Cartago Prov.:** Monumento Nacional Guayabo, A.C.A.C. Amistad, 1100 m, jul 1994, G. Fonseca, 1♂; sep 1994, G. Fonseca, 1♂; Cartago, 2♂; Turrialba, Exp. Stat., 20 ago 1989, 2♂ (INBio, MIUP). **Guanacaste Prov.:** Est. Pitilla, 700 m, 9 km S. Sta. Cecilia, 4–25 nov 1991, C. Moraga, 1♀; nov 1989, 1♀; mar 1990,

2♀; may 1989, 1♀; jun 1989, 1♀; ago 1994, C. Moraga, 1♀; 9-20 nov 1993, C. Moraga, 1♀; sep 1993, malaise, 1♀; jun 1994, P. Rios, 1♀, 21 mar-21 abr 1989, 8♂; ago 1988, 3♂; may 1988, 1♂; jul 1988, 1♂; nov 1988, 1♂; jul 1991, P. Rios, 1♂; abr 1991, P. Rios, 1♂; 31 mar-29 abr 1992, K. Taylor, 1♂; mar 1991, C. Moraga, 4♂; abr 1991, 1♂; may 1991, 1♂; dic 1989, 1♂; nov 1989, C. Chaves, 1♂; 18 abr-19 may 1993, P. Rios, 1♂; mar-15 abr 1994, 1♂; may 1995, P. Rios, C. Moraga, 2♂; jul 1995, C. Moraga, P. Rios, 1♂; ago 1994, 2♂ (INBio, MIUP); Est. Maritza, 600 m, W. ladera volcan Orosi, 27 feb-10 mar 1992, 6♂; abr 1995, 1♂ (INBio, MIUP); Est. Las Pailas, P.N. Rincon de la Vieja, A.C. Guanacaste, 800m, 12-23 ene 1994, D. Garcia, 1♂; 5-23 ago 1994, K. Taylor, 1♂; 12 abr-4 may 1994 1995, K. Taylor, 1♂ (INBio, MIUP); Sector Sta. Maria-Pailas, Sendero a Pailas, 815 m, 18 nov 1997, F. Quesada, 1♂ (INBio). Heredia Prov.: El Ceibo, P.N. Braulio Carrillo, 400-600 m, oct 1989, R. Aguilar, 2♂; sep 1989, R. Aguilar, 1♂ (INBio, MIUP); La Virgen, Sarapiquí, 220 m, 9-24 abr 1993, M. Ortiz, 1♂ (INBio); Est. Magsasay, P.N. Braulio Carrillo, 200 m, mar 1991, M. Zumbado, 1♂; jul 1991, A. Fernandez, 1♀; ene 1991, M. Barrelier, 1♀ (INBio, MIUP). Limon Prov.: Cerro Tortugero, P.N. Tortugero, 100 m, abr 1989, R. Aguilar, 2♀ (INBio, MIUP); Amubri, 70 m, Talamanca, 12-30 sep 1992, G. Gallardo, 1♀ (INBio); Est. Cuatro Esquinas, P.N. Tortugero, 1♂; jun 1991, J. Solano, 1♀ (INBio); Sector Cocori, 30 km N. de Cariari, Finca E. Rojas, 100-150m, abr 1994, E. Rojas, 2♂; feb 1994, 3♂; ene 1994, 3♂; nov 1993, 1♂; mar 1992, 1♂; 5 jun-5 jul 1992, 1♂ (INBio, MIUP); Sector Cerro Cocori, Fca. de E. Rojas, 150 m, ene 1993, E. Rojas, 3♂; abr 1994, E. Rojas, 1♀; oct 1993, E. Rojas, 1♀; ene 1992, E. Rojas, 4♂; oct 1991, 2♂; feb 1993, 1♂; may 1993, 3♂; mar 1993, 1♂; 31 ene-21 feb 1992, 2♂; nov 1991, 1♂; abr 1992, 1♂; 28 may-17 jun 1992, 2♂; 31 ago 1992, 1♂; dic 1992, 1♂; nov 1992, 1♂; mar 1992, 1♂; jun 1991, 2♂; 10 sep-14 oct 1992, 1♂; mar 1991, 1♂ (INBio, MIUP); Cerro Tortugero, P.N. Tortugero, 100 m, feb 1992, R. Delgado, 2♂; abr 1989, R. Aguilar, 1♂; dic 1989, J. Solano, 1♂ (INBio, MIUP); Valle La Estrella, R.B. Hitoy Cerere, A.C.A.C. Amistad, 100 m, jul 1994, M. Segura, 1♂ (INBio); Sardinas, Barra del Colorado, 15 m, 4-11 ene 1995, F. Araya, 1♂; 26 mar 1996, F. Araya, 1♂; 23 abr 1996, F. Araya, 1♂ (INBio, MIUP); Amubri, 70 m, 3-28 feb 1995, G. Gallardo, 1♂ (INBio); Limon, 3♂ (INBio, MIUP); 7 mi N. Guacimo, 22 feb-3 mar

1988, 1♂ (INBio). PANAMA: Bocas del Toro Prov.: PILA, Wexso-Teribe, 17-24 oct 1999, A. Santos, 4♂, 1♀ (MIUP).

Distribution: Costa Rica and Panama (Bocas del Toro). First record for Panama.

Comments: The sex association is based on coincidental distribution and the capture of two mating couples (see material examined). *Timulla timidula* is closely related to *T. comexa* and *T. labdace*. The female of *Timulla timidula* is recognized by lacking lateral white pubescent patches on T3 and T4, while *T. comexa* and *T. labdace* have lateral white pubescent patches on T3 and T4.

MATING BEHAVIOR IN *Timulla*

Timulla runata Mickel 1938

Female and male from Panama, Veraguas, captured on the banks of the Santa Maria River, 20 km S. of Santa Fe, August 8, 1987.

12:45 pm: Both, male and female, were placed in the same transparent plastic box.

12:49 pm: The male grasped the female with his mandibles by the pronotal collar, with the male in position on the female. For 35 minutes the male dragged the female in short flights and actively walking but with short stops. During those 35 minutes the female was passive and her legs flaccid. The male at that time flexed the metasoma four times towards the direction of the female's pygidium in possible copulation attempts but there was no contact. During some of the short stops the male rubbed his pygidium and wings with his hind legs; the female also rubbed her pygidium with her hind legs.

1:24 pm: A stationary stage was started, the male continued to hold the female with his mandibles and began rubbing his hind legs over the fore wings, passing them over the wings and lateral areas of the metasoma close to the felt lines. He also rubbed his pygidium with his hind legs; this occurred in cycles of 3-4 minutes. The male also rubbed his middle and hind legs at the tarsi level. The female rubbed her hind

legs at the level of the felt lines. Later, the male oscillated to the female laterally, towards left and right, holding her with his mandibles. In this phase, the male used his fore legs to help position the female; lateral movements were determined by turns of the male's head. The female kept her metasoma flexed towards the ventral part of her mesosoma; therefore, the male's attempts to make contact with the female pygidium were not successful.

3:00 pm: The female exposed the sting outside her metasoma for about one second and quickly retracted it inside her metasoma; immediately afterward, the female stretched her metasoma forward and the male, having his metasoma ventrally arched forward, made contact with the female's pygidial area to initiate the copulation phase. The female's metasoma was slightly flexed upward to make contact with the genitalia of the male.

3:03 pm: The male produced vibrations of his abdomen up and down. The vibrations were variable, mainly from 40 vibrations in 30 seconds to 60 vibrations in 40 seconds. The vibrations were interrupted for periods of 39 to 56 seconds. The observations of August 8 ended at 6:00 pm, while the male and female remained in copulation.

August 9:

6:00 am: Males and females continued in mating and with the same behavior.

11:00 am: The male released the female, terminating the copulation.

***Timulla cordillera* Mickel, 1938**

Female and male captured in Peru, Madre de Dios, Manu Reserve, Pakitza Station.

July 2, 1993:

2:45 pm: Both wasps, male and female, were placed in the same transparent plastic box.

3:00 pm: The male grasped the female with his mandibles by the pronotal collar, with the male in position above the female. The male

rubbed his antennae on the female's eyes. The male and female groomed their own felt lines with their hind legs. The female remained mostly passive. The male continually moved his fore legs to touch the mesosoma of the female laterally and to preen the antennae. Later, the male oscillated the female laterally, left and right, holding her with his mandibles. In this phase, the male used his fore legs to help position the female; lateral movements are determined by turns of the male's head. The female remained with her antennae pointed backward below the mesosoma. The male did not try to make contact with the pygidium of the female. The male raised his metasoma and rubbed his anterior wings with his hind legs. The female rubbed her antennae with her fore legs for a few seconds. All of the above was repeated constantly during the first 20 minutes after the male grasped the female.

3:20 pm: The male with his fore legs rubbed his vertex and mesonotum, the female remained passive, only rubbing her felt lines with her legs and the male groomed her pygidium with his hind legs.

3:30 pm: The male again oscillated the female laterally, left and right, this time stronger for two minutes; a very audible stridulatory sound was produced (it could not be determined if the sound was produced by the female or the male). The female protruded her sting and there was contact between the pygidium of the male and that of the female. The male, for a few seconds, made lateral movements of his metasoma, maintaining genital contact with the female. The movements were stopped and the copulation started without displacement of the male and the female during that phase.

3:35 pm: The male produced vibrations of his metasoma up and down as described for *Timulla rimata*. This repetitive behavior continued to be observed until 9:00 p.m., when the mating observations were stopped.

July 3:

6:40 am: They were still in copulation and immobile; the male only moved the antennae and the metasoma up and down. The female remained with her stinger exposed. This was maintained until 7:35 a.m.

7:35 am: The male, for a few seconds, made lateral movements of his metasoma; the female, with her hind legs, began to push the distal part of the male's metasoma; the male raised the metasoma and both genitalia were released. The female remained with her sting exposed for approximately 8 seconds, then retracted the sting within the metasoma.

July 5:

8:30 am: The male of *Timulla cordillera*, who copulated on July 2, was placed with four females that were collected from July 3–4. The male was not attracted to any of the four females and there was no copulation.

July 6:

8:30 am: One of the four previous females was placed with the male that copulated on July 2. About 5 minutes later we went to collect throughout the day. Upon returning, at 7:00 p.m., to Pakitza Station we observed both specimens in copulation. A person who was at Pakitza Station that day, informed us that at 2:20 p.m. he observed the male copulating with the female; therefore, courtship and mating would have started between 8:35 a.m. and 2:15 p.m.

9:00 pm: They were still in copulation with the same behavior described on July 2.

July 7:

7:30- 12:20 am: The copulation continued, with behavior equal to that described above.

12:20 pm. The male released the female, terminating the copulation.

Comments of the mating behavior in *Timulla*

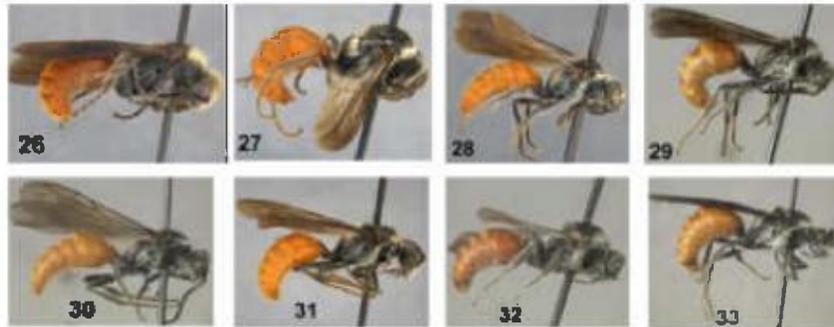
Very little is known about mating behavior in Mutillidae. In the Neotropical region, phoresis has been reported only in the genus *Timulla* (Mickel, 1937; Sheldon, 1970; Cambra & Quintero, 1992). Phoresis in *Ephuta*, a genus present in the Nearctic and Neotropical

region, has been mentioned only for two species from North America (Deyrup & Manley, 1986). In the Nearctic region, phoresis in the Myrmosinae (e.g. *Myrmosa unicolor*, Fig. 25) is also documented.

Field observations on mating behavior in *Timulla* were presented by Fattig (1936), Sheldon (1970), and Bartholomey *et al.* (2017), but none of them made observations about the duration of the copulation. The long time spent in copulation, observed in the laboratory, is unusual for Mutillidae. Copulation in *Timulla rimata* lasted about 20 hours; while in *Timulla cordillera* it lasted approximately 16 hours. Experimental mating observations in New World mutillid genera by Brothers (1972) for *Pseudomethoca* and *Dasymutilla*; and Contreras (1993) for *Pertyella*, *Calomutilla* and *Lophomutilla*, showed short duration in copula, between 15 to 180 seconds. Mickel (1937) commented: "for some reason which is not readily apparent, the males and females of the genus *Timulla* are taken more often in copula than the two sexes of any other group of Mutillidae". We conclude that the long duration of courtship and copulation in *Timulla* is the main reason for that genus having the greatest number of sexual associations in the Neotropical Region.



Fig. 25. Myrmosinae, *Myrmosa unicolor* (det. RAC), male and female, captured in copula with Malaise trap.



Figs. 26–33. *Timulla* males, lateral view. 26. *T. porcata*, 27. *T. centroamericana*, 28. *T. lilea*, 29. *T. subrobusta*, 30. *T. bradleyi*, 31. *T. labdace*, 32. *T. prominens*, 33. *T. tumidula*.



Figs. 34–41. *Timulla* males head, frontal view. 34. *T. porcata*, 35. *T. centroamericana*, 36. *T. lilea*, 37. *T. subrobusta*, 38. *T. bradleyi*, 39. *T. labdace*, 40. *T. prominens*, 41. *T. tumidula*.

REFERENCES

Bartholomay, P. R., Waldren, G. C. & M. L. Oliveira. 2017. Observation of a mixed-sex, mixed-species aggregation of velvet ants, genus *Timulla* Ashmead, 1899 (Hymenoptera: Mutillidae) in the Brazilian Amazon, Roraima, with a new synonymy. *Zootaxa* 4362 (1): 135–140.

Brothers, D. J. 1972. Biology and immature stages of *Pseudomethoca f. frigida*, with notes on other species (Hymenoptera: Mutillidae).

Univ. Kans. sci. bull. 50 (1): 1–38.

Brothers, D. J. & A. S. Lelej. 2017. Phylogeny and higher classification of Mutillidae (Hymenoptera) based on morphological reanalyses. *J. Hymen. Res.* 60: 1–97.

Callan, E. Mc. 1942. A note on *Timulla* (*Timulla*) *eriphyla* Mickel (Hym., Mutillidae), a parasite of *Tachysphex blatticidus* F. X. Williams (Hym., Larridae), from Trinidad, B.W.I. *Proc. R. Entomol. Soc. Lond.* 17: 18.

Cambra, R. A. & D. Quintero A. 1992. Velvet Ants (Hymenoptera: Mutillidae) of Panama: Distribution and Systematics, p. 459–478. In: Quintero, D. & A. Aiello (eds.). *Insects of Panama and Mesoamerica: Selected Studies*. Oxford University Press. 692 pp.

Cambra, R. A. & D. Quintero A. 1993. *Timulla* Ashmead (Hymenoptera: Mutillidae): New Distribution Records and Synonymies, and Descriptions of Previously Unknown Allotypes. *Pan-Pac. Entomol.* 69(4): 299–313.

Cambra, R. A., Williams, K.A., Quintero, D., Windsor, D., Pickering, J. & D. Saavedra. 2018. *Dasymutilla* Ashmead (Hymenoptera, Mutillidae) in Panama: new species, sex associations and seasonal flight activity. *Insecta Mundi* 0608: 1–17.

Cameron, P. 1894–1896. *Biologia Centrali-Americana*, Hymenoptera, 2, pp. 259–395.

Contreras, R. 1993. Captura y cria de los machos desconocidos de cinco géneros de mutilidas de Panamá (Hymenoptera: Mutillidae) mediante técnicas experimentales. Thesis, Licenciatura en Biología, Universidad de Panamá, Panamá. 63 pp.

Deyrup, M. & D. Manley, 1986. Sex-biased size variation in velvet ants (Hymenoptera: Mutillidae). *Florida Entomol.* 69 (2): 327–335.

Fattig, P. W. 1936. An unusual mating of velvet ants (Hymen.: Mutillidae). *Entomol. News* 47 (2): 51–52.

Mickel, C. E. 1937. The mutillid wasps of the genus *Timulla* which occur in North America North of Mexico. Entomol. AM-NY 17 (1-2): 1-119.

Mickel, C. E. 1938. The Neotropical Mutillid wasps of the genus *Timulla* Ashmead (Hymenoptera: Mutillidae). Trans. R. Entomol. Soc. Lond. 87: 529-680.

Quintero, D. & R. A. Cambra. 1996. *Timulla centroamericana* (Dalla Torre) (Hymenoptera: Mutillidae), a parasitoid of *Liris* (Hymenoptera: Sphecidae). Southwest. Entomol. 21(2): 205-207.

Saavedra, D. 2014. Diversidad y abundancia de avispa Mutillidae (Hymenoptera) en Isla Barro Colorado, Provincia de Panamá, Panamá. Thesis, Licenciatura en Biología, Universidad de Panamá, Panamá. 98 pp.

Sheldon, J. K. 1970. Sexual dimorphism in the head structure of Mutillidae (Hymenoptera): a possible behavioural explanation. Entomol. News 81: 57-61.

Recibido 29 de abril de 2018, aceptado 12 de junio de 2018.



ABEJAS DE LAS ORQUÍDEAS (HYMENOPTERA: APIDAE: EUGLOSSINI) DEL PARQUE NACIONAL DARIÉN, PANAMÁ

¹Alonso Santos Murgas, ¹Jean Carlos Abrego, ²Oscar G. López Ch.,
^{2,3}Claudio M. Monteza-Moreno, ⁴Miguel Osorio, ⁴Rubén Guardia, ⁴Eric
Álvarez, ¹Kadmiel Quiroz¹, ¹Yoslin Jesús Anino, ⁵Raúl E. Carranza B.
& ⁵Carlos Villarreal

¹ Museo de Invertebrados G.B. Fairchild, Universidad de Panamá, Panamá.

² Instituto Smithsonian de Investigaciones Tropicales, Balboa, Ancón, Panamá.

³ Animal Behavior Graduate Group, University of California, Davis, CA, USA.

⁴ Programa Centroamericano de Maestría de Entomología, Universidad de Panamá, Panamá.

⁵ Departamento de Ciencias Ambientales, Universidad de Panamá, Panamá.

e-mail: santosmurgasa@gmail.com; alonso.santos@up.ac.pa

RESUMEN

Propias del Neotrópico, las abejas de las orquídeas habitan desde el nivel del mar hasta más de los 2000 m, y desempeñan un importante papel como polinizadoras de orquídeas y de otras plantas. El estudio tiene como objetivo conocer la diversidad de estas abejas en dicha zona del país. Se realizó un estudio durante cinco años consecutivos, de 2013 a 2017, sobre las poblaciones de abejas de las orquídeas del Parque Nacional Darién en Panamá, realizando colectas con atrayentes químicos. A consecuencia, se encontró que dichas poblaciones disminuyeron en cuanto a su abundancia y la riqueza de especies. Por las variaciones encontradas se podría presumir que puede deberse a factores ambientales y la disposición de recursos utilizados por las abejas. Se sugiere realizar más estudios para la mejor comprensión de esta panorámica.

PALABRAS CLAVES

Euglossini, Abundancia; diversidad; riqueza de especies, Bosque Semicaducifolio.

ORCHID BEES (HYMENOPTERA: APIDAE: EUGLOSSINI) OF DARIEN NATIONAL PARK, PANAMA

ABSTRACT

In the Neotropics, orchid bees habit from sea level to more than 2000 m, and play an important role as pollinators of orchids and other plants. To know the diversity of these bees in this area of the country. The populations of bees from the orchids of Darién National Park in Panama were studied for five consecutive years (2013-2017), carrying out collections with chemical attractants. Results: It was found throughout the study that these populations decreased in terms of abundance and species richness. The variations found could be due to environmental factors and the disposition of resources that these bees use. It is suggested to carry out more studies to better understand this panorama.

KEYWORDS

Abundance; diversity; Euglossini; species richness.

INTRODUCCIÓN

La tribu Euglossini está compuesta por cinco géneros bien distintivos: *Aglae*, *Eufriesea*, *Euglossa*, *Eulaema* y *Exaerete* que, con sus colores llamativos y combinados, dominados por el azul y verde metálicos, representan uno de los grupos más conocidos de abejas del Neotrópico (Cameron 2004, Roubik & Hanson 2004, Michener 2007). Estas abejas habitan desde el nivel del mar hasta más de los 2000 m, y desempeñan un importante papel como polinizadoras de orquídeas y de otras plantas que visitan en búsqueda de néctar, polen, fragancias y resinas (Dressler 1968, 1985 Silva & Rebélo 2002, Otero & Sandino 2003, Roubik & Hanson 2004), habitando extensas áreas de bosques tropicales donde pueden encontrar los recursos necesarios para cubrir sus requerimientos de nidificación y alimentación (Roubik & Hanson 2004).

Conocer la diversidad de estos insectos en un bosque tropical podría ayudarnos a comprender la panorámica ambiental y aspectos ecosistémicos que presenta dicho bosque. Este estudio busca contribuir

al conocimiento de la diversidad de abejas de las orquideas del Parque Nacional Darién, considerada como una de las principales áreas protegidas de Panamá.

Cuadro 1. Especies de abejas de las orquideas Euglossini, colectadas en el Parque Nacional Darién

1	<i>Eufriesea chrysopyga</i>	21	<i>Euglossa hansonii</i>
2	<i>Eufriesea lucifera</i>	22	<i>Euglossa hemichlora</i>
3	<i>Eufriesea ornata</i>	23	<i>Euglossa heterosticta</i>
4	<i>Eufriesea pulchra</i>	24	<i>Euglossa hyacinthina</i>
5	<i>Eufriesea schmidtiana</i>	25	<i>Euglossa ignita</i>
6	<i>Euglossa allosticta</i>	26	<i>Euglossa igniventris</i>
7	<i>Euglossa asarophora</i>	27	<i>Euglossa imperialis</i>
8	<i>Euglossa bursigera</i>	28	<i>Euglossa mixta</i>
9	<i>Euglossa championi</i>	29	<i>Euglossa sapphirina</i>
10	<i>Euglossa cognata</i>	30	<i>Euglossa</i> sp
11	<i>Euglossa crassipunctata</i>	31	<i>Euglossa tridentata</i>
12	<i>Euglossa cyanaspis</i>	32	<i>Euglossa turbinifex</i>
13	<i>Euglossa cybelia</i>	33	<i>Euglossa variabilis</i>
14	<i>Euglossa deceptrix</i>	34	<i>Euglossa villosiventris</i>
15	<i>Euglossa despecta</i>	35	<i>Eulaema bombiformis</i>
16	<i>Euglossa dissimula</i>	36	<i>Eulaema cingulata</i>
17	<i>Euglossa dodsoni</i>	37	<i>Eulaema meriana</i>
18	<i>Euglossa dressleri</i>	38	<i>Eulaema polychroma</i>
19	<i>Euglossa flammea</i>	39	<i>Exaerete frontalis</i>
20	<i>Euglossa gorgonensis</i>	40	<i>Exaerete smaragdina</i>

MATERIALES Y MÉTODOS

ÁREA DE ESTUDIO

Este estudio fue realizado en la estación biológica de Rancho Frio,

Parque Nacional Darién, Panamá (PND) ubicado en las coordenadas geográficas UTM: 18P 0198757; 0887272. Esta zona cuenta con un bosque semicaducifolio de tierras bajas, con una pluviosidad media anual de 1310 mm y rangos de temperatura media anual de 19.9 °C.

REGISTRO DE DATOS

Se llevaron a cabo tres giras anuales (abril, agosto y noviembre) desde 2013 hasta 2017, abarcando temporadas secas y lluviosas. Se establecieron dos sitios de muestreo, ambos en un bosque semicaducifolio, uno dentro del parque y el otro aproximadamente a cinco kilómetros en los límites externos del área protegida, al que denominamos zona de amortiguamiento (ZA). Se realizaron colectas manuales mediante un transecto de diagonales (zigzag) con hilo pabilo, de extremo a extremo de cada árbol, a una altura de 1.70 a 2 metros del suelo, en donde se colocaron cinco atrayentes químicos (aceite de eucalipto, aceite de clavo, salicilato de metilo, vainilla y lavanda) impregnados en un algodón, separados entre sí por una distancia aproximada de 3 a 4 m, capturando los individuos que se acercaron a los cebos con redes entomológicas. Las colectas manuales se realizaron por dos horas continuas durante tres días en la ZA y dentro del PND durante cada gira. Adicionalmente se emplearon Trampas McPhail con aceite de eucalipto como atrayente en ambos sitios de colecta. Las abejas colectadas fueron colocadas en viales con alcohol absoluto y llevadas al laboratorio del Museo de Invertebrados G. B. Fairchild de la Universidad de Panamá (MIUP) para su debido procesamiento e identificación utilizando las claves taxonómicas de Roubik y Hanson (2004).

ANÁLISIS DE DATOS

Para los análisis cuantitativos se calcularon los índices de diversidad de Shannon (H) y Simpson (1-D), adicionalmente la dominancia de Simpson (D) y un análisis de equidad (J) para observar el arreglo distribucional que tenían los individuos colectados dentro de las

especies registradas. Se realizó una t de Student para comparar si existían diferencias significativas entre los índices de diversidad obtenidos dentro y fuera del parque y una t de Student para dos muestras con varianzas iguales para los índices de equidad (J) y Dominancia de Simpson (D). Todos los datos fueron analizados utilizando el programa estadístico Past 3.

RESULTADOS

Se colectó un total de 5380 individuos, siendo el año con mayor número de colectas el 2013 con 2252 individuos, evidenciándose una disminución abrupta durante los años 2015 (557) y 2016 (272). *Euglossa* fue el género con mayor riqueza de especies (29), seguido de *Eufriesea* (5), *Eulaema* (4) y *Exaerete* (2), de igual forma *Euglossa* fue el más abundante con más del 85% de individuos colectados y dos de las especies pertenecientes a este género: *Euglossa imperialis* y *Euglossa tridentata* fueron las más abundantes de todo el estudio (Fig.1).

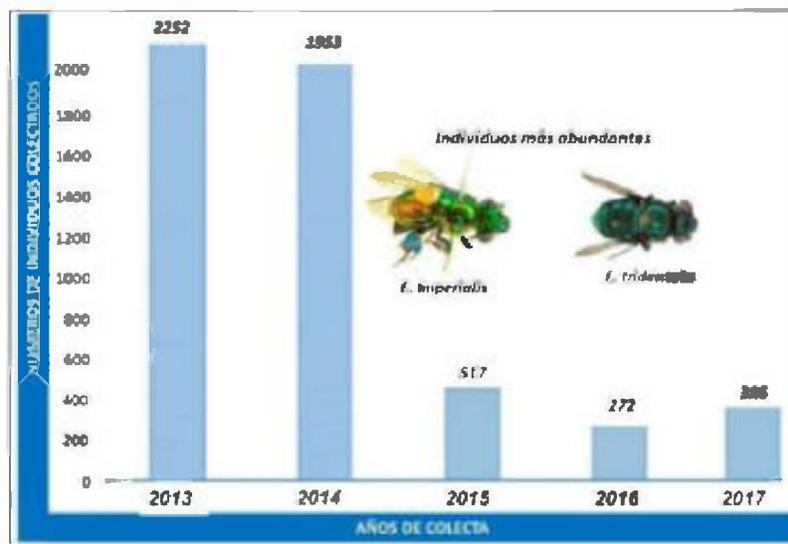


Fig. 1 Número total de individuos colectados por años de muestreos durante el estudio y especies más abundantes: 2013-2017

El número de individuos durante el periodo de estudio varió entre años, tanto dentro como fuera del parque. Las colectas manuales de especímenes alcanzaron su cúspide en 2014, y decayeron en 2015 y 2016. La mayor abundancia durante los cinco años de muestreo predominó en la zona de amortiguamiento (Fig. 2), contrario al predominio que presentó la zona interna del parque en cuanto a la riqueza de especies, la cual disminuyó anualmente en ambos sitios de muestreo (Fig. 3).

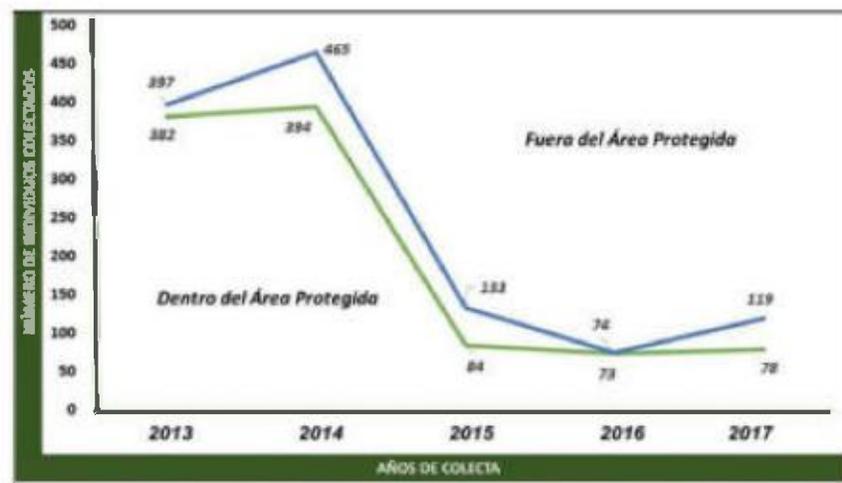


Fig. 2 Número de individuos colectados en diferentes zonas del Parque Nacional Darién: 2013-2017

Los índices utilizados para determinar la diversidad de ambos sitios (Shannon y Simpson) mostraron que la diversidad de abejas de las orquideas es mayor en la zona ubicada dentro del parque, no obstante, la *t* de Student realizada entre los índices obtenidos dentro y fuera del parque no muestra diferencias significativas ($p > 0.05$) (Fig. 4). En cuanto al índice de Dominancia de Simpson (*D*), este resultó mayor durante los años de estudio en la ZA del parque y la Equidad (*J*) indica que la diversidad de especies fue decreciendo anualmente en ambas zonas. Los análisis obtenidos en la Dominancia y la Equidad entre ambos sitios no muestran diferencias significativas ($p > 0.05$) (Fig. 5).



Fig. 3 Número de especies colectadas en diferentes zonas del Parque Nacional Darién: 2013-2017

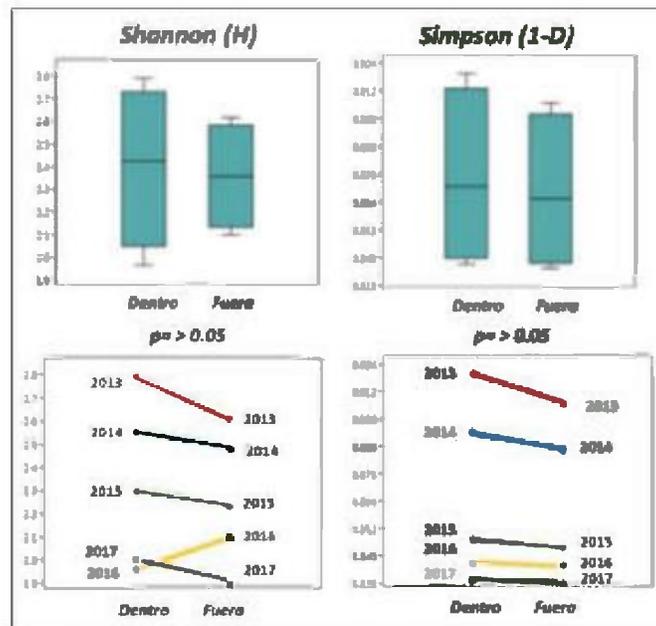


Fig. 4 Análisis comparativo entre las diversidades obtenidas en las dos zonas de muestreo: 2013-2017

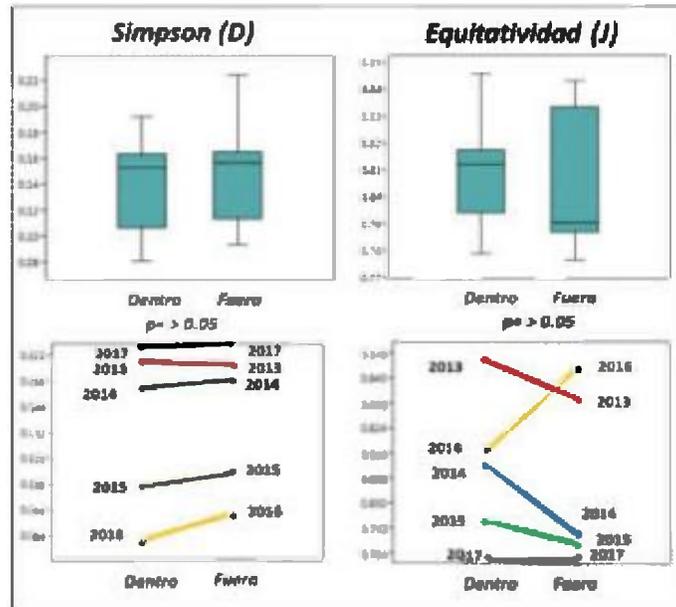


Fig. 5 Análisis comparativo entre las dominancias y Equidad en las dos zonas de muestreo: 2013-2017

DISCUSIÓN

Al comparar los resultados obtenidos a través de los años, es posible observar un patrón decreciente del número de abejas colectadas, tanto en la zona de amortiguamiento como dentro del Parque Nacional Darién. Si bien es cierto este patrón de disminución es abrupto, no es válido utilizar solo los parámetros de abundancia relativa de abejas de las orquídeas y su riqueza de especies para predecir su estado de conservación, ya que este no muestra un panorama completo de lo que podrían estar sucediendo en las poblaciones de estos insectos en el Parque Nacional Darién.

El estudio muestra también dos escenarios en cuanto a las colectas entre los sitios de muestreo. El primer escenario muestra una mayor abundancia en la zona de amortiguamiento, así como una mayor dominancia de especies y una menor diversidad. El segundo escenario muestra una mayor homogeneidad y riqueza de especies, así como una

mayor diversidad dentro del parque. A pesar de que los resultados no muestran diferencias estadísticas significativas, esta tendencia de variación temporal anual podría deberse a la cantidad de recursos disponibles que utilizan las abejas de las orquídeas. El hecho de que dentro del parque exista una mayor diversidad y homogeneidad de especies de abejas, sugiere que existen más recursos disponibles, contrario a la zona de amortiguamiento que presenta mayor dominancia y menor riqueza de especie, atribuible a la limitación en cuanto a la disponibilidad de recursos debido a la contaminación, las quemas y tala causados de manera sucesiva, incidiendo en la composición de especies de abejas y al ser una zona menos densa en cuanto a su vegetación por los eventos antrópicos mencionados, la desimianación de los atrayentes es más efectiva, aumentando la probabilidad de coleccionar más individuos.

Consideramos que el hecho de que no existen diferencias estadísticas significativas entre los parámetros estudiados se debe a la movilización constante que podrían tener estas abejas, tomando en cuenta que la distancia entre los sitios no es tan amplia y a pesar de que la zona de amortiguamiento posee aparentemente un grado de perturbación mayor, ambas zonas poseen el mismo tipo de bosque. Estos resultados coinciden con los obtenidos por Roubik & Hanson (2004) y Santos & Añino (2016), los cuales indican que las abejas de las orquídeas se mueven en el bosque de un lugar a otro, en busca de recursos ya sea alimenticio o para la construcción de sus nidos. Su diversidad y abundancia están determinadas por múltiples factores como el clima, vegetación y la competencia con especies similares (Rosenzweig 1995).

Las condiciones ambientales también juegan un papel importante en la estabilidad de las poblaciones de abejas de las orquídeas, quienes se ven afectadas por estos cambios temporales. El hecho de que existan disminuciones en la abundancia y riqueza de especies podría atribuirse a dichos cambios, sumando a esto variaciones ambientales, en cuanto a la disposición de los recursos disponibles que utilizan estas abejas. Para tener una panorámica más detallada sobre lo que realmente causa las alteraciones en las poblaciones de abejas de las orquídeas del

Parque Nacional Darién: se recomiendan estudios utilizando diseños experimentales que contemplen parámetros ambientales como: temperatura, pluviosidad, presión atmosférica, así como también la implementación de otras técnicas de muestreo que optimicen las colectas de estos organismos y disminuyan considerablemente los sesgos proporcionados por las colectas convencionales.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos al Fondo Darién por financiar la investigación; a Fundación NATURA por la administración de dichos fondos; al Colegio de Biólogos de Panamá (COBIOPA), administración 2013 y al Grupo para la Educación y el Manejo Ambiental Sostenible (GEMAS) por la ejecución del proyecto (2014-2017) en el Parque Nacional Darién, Panamá. Al director, administrativos y todo el personal de Guardaparques del PND (Mi Ambiente) por la gestión de permisos de colecta y hospedaje en la Estación Biológica de Rancho Frio.

REFERENCIAS

Cameron, S.A. 2004. Phylogeny and biology of the Neotropical orchid bees (Euglossini). *Annual Review Entomology* 49: 377-404.

Dressler, R.L. 1968. Pollination by euglossine bees. *Evolution* 22: 202-210.

Dressler, R.L. 1985. Euglossine bees (Hymenoptera: Apidae) of the Tambopata reserved zone, Madre de Dios, Perú. *Revista Peruana de Entomología* 27: 75-79.

Michener, C.D. 2007. *The bees of the world*, second edition. Johns Hopkins University Press, Baltimore, 953 pp.

Otero, T.J. & Sandino, J.C. 2003. Capture rates of male euglossine bees across a human intervention gradient, Chocó region, Colombia. *Biotropica* 65: 520-529.

Rosenzweig, M. 1995. Species diversity in space and time. New York: Cambridge University Press, 436 pp.

Roubik, D.W. & Hanson, P.E. 2004. Abejas de orquideas de la América tropical: Biología y guía de campo / Orchid bees of tropical America: Biology and field guide. 1 ed. Instituto Nacional de Biodiversidad, INBio, Heredia, Costa Rica. 370 pp.

Santos, A. & Añino, Y.J. 2016. Contribución al conocimiento de la diversidad de abejas de las orquideas (Apidae: Euglossini) de la Península de Azuero, Panamá. *Tecnociencia* 18(2): 45-58.

Silva, F.S. & Rebêlo, J.M. 2002. Population dynamics of euglossine bees in an early second-growth forest of Cajual island, in the state of Maranhão, Brazil. *Braz. Journal Biological* 62: 15-23.

Recibido 24 de abril de 2018, aceptado 15 de junio de 2018.



DENSIDAD Y MÓDULOS DINÁMICOS POR VIBRACIONES TRANSVERSALES DE MADERA SÓLIDA Y LAMINADA DE TRES ESPECIES TROPICALES

Javier Ramón Sotomayor Castellanos

Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, México. Facultad de Ingeniería en Tecnología de la Madera.

E-mail: maderas999@yahoo.com

RESUMEN

La presente investigación tuvo dos objetivos: 1) determinar la densidad y el módulo dinámico de madera sólida y laminada de las especies *Enterolobium cyclocarpum*, *Tabebuia rosea* y *Juglans pyriformis*, y 2) comparar las magnitudes de estos parámetros entre las tres especies. Se prepararon probetas normalizadas en donde se determinó la densidad aparente y el contenido de humedad. Se realizaron pruebas de vibraciones transversales para calcular las frecuencias naturales y los módulos dinámicos. Las tres especies se diferenciaron respecto a los resultados de la densidad y del módulo dinámico, esto en cuanto a la madera laminada frente a la madera sólida. La densidad de la madera laminada aumenta, en comparación con la de la madera sólida. En cambio, el módulo dinámico de la madera laminada disminuye para las tres especies, en equiparación con el de la madera sólida. La densidad de la madera sólida explica el 69% de la densidad de la madera laminada. El módulo dinámico de la madera sólida explica el 50% de la predicción correspondiente al módulo dinámico de la madera laminada.

PALABRAS CLAVES

Madera sólida, madera laminada, *Enterolobium cyclocarpum*, *Tabebuia rosea*, *Juglans pyriformis*.

DENSITY AND DYNAMIC MODULES BY TRANSVERSAL VIBRATIONS OF SOLID AND LAMINATED WOOD OF THREE TROPICAL SPECIES

ABSTRACT

The objectives of the research were two: 1) to determine the density and dynamic modulus of solid and laminated wood of *Enterolobium cyclocarpum*, *Tabebuia rosea* and *Juglans pyriformis*, and 2) to compare the magnitudes of these parameters, among the three species. Standard specimens were prepared and their apparent density and moisture content were determined. Transverse vibration tests were performed to calculate natural frequencies and dynamic modulus. The three species were differentiated on the results of density and dynamic modulus, for laminated wood in front of solid wood. The density of laminated wood increases, compared to the solid wood. The dynamic modulus of laminated wood, compared to the solid wood, decreases for all three species. The density of solid wood accounts for 69% of the density of laminated wood. The dynamic modulus of solid wood explains 50% of the prediction corresponding to the dynamic modulus of the laminated wood.

KEYWORDS

Solid wood, laminated wood, *Enterolobium cyclocarpum*, *Tabebuia rosea*, *Juglans pyriformis*.

INTRODUCCIÓN

La madera laminada es una tecnología desarrollada para disminuir la heterogeneidad material y la variabilidad natural de las características estructurales de la madera sólida (Alméras *et al.*, 2005). Conjuntamente, esta técnica pretende aumentar el aprovechamiento en volumen de piezas de madera con pequeñas dimensiones, al reconstituirlas en elementos estructurales con las dimensiones de uso en ingeniería de la madera (Bourreau *et al.*, 2013). En este contexto, se pretende que las características de resistencia mecánica de la madera laminada conserven, por lo menos, la misma magnitud de las características originales de la especie de madera sólida con las cuales fueron fabricadas (Tenorio *et al.*, 2011). Respecto a lo anterior, la información reportada en la bibliografía es contradictoria.

Investigaciones realizadas con maderas laminadas fabricadas en dimensiones para su empleo como componentes estructurales en la industria de la construcción (Ribeiro et al., 2009; Hayashi & Miyatake, 2015), reportan que el módulo de elasticidad de vigas laminadas incrementa su valor con respecto al de la madera sólida, tratándose de la misma especie. No obstante, Erdil *et al.* (2009), y Nadir & Nagarajan (2014), reportan resultados diferentes. Sus investigaciones concluyen que el módulo de elasticidad no necesariamente es equivalente o mayor entre la madera sólida y la madera laminada.

Esta incompatibilidad en los resultados de investigaciones orientadas a verificar si el valor del módulo de elasticidad mejora, o al menos se mantiene al fabricar madera laminada, está también reportada para experimentos con probetas de pequeñas dimensiones (Araujo *et al.* (2005); Komariah *et al.*, 2009). Por otra parte, Araujo *et al.* (2005), y Bal & Bektaş (2012), proponen que los resultados derivados de experimentos con pequeñas probetas de madera laminada pueden ser útiles para la caracterización y promoción de especies de madera con una escala de baja apreciación comercial. Aun así, los resultados de los trabajos citados no garantizan, necesariamente para una misma especie, el incremento en el módulo de elasticidad de la madera laminada respecto al de la madera sólida. Respecto a la densidad de la madera laminada, la literatura reporta un aumento con respecto a la densidad correspondiente de la madera sólida, ambos tipos de la misma especie (Erdil *et al.*, 2009; Keskin, 2009).

En ese sentido, la densidad de la madera se puede determinar, entre otros procedimientos, con la norma ISO 13061-2:2014 (*International Organization for Standardization*, 2014b). La densidad de la madera va siempre asociada a un contenido de humedad específico, el cual es calculado con ayuda de la norma ISO 13061-1:2014 (*International Organization for Standardization*, 2014a). De igual modo, el módulo de elasticidad de la madera puede ser evaluado con la norma ISO 13061-2:2014 (*International Organization for Standardization*, 2014c). Todos estos parámetros fueron utilizados en el caso de probetas con pequeñas dimensiones, correspondientes a las

dimensiones especificadas en la norma ISO 3129:2012 (*International Organization for Standardization*, 2012).

La caracterización mecánica de la madera empleando pruebas dinámicas muestra otro enfoque experimental, y es la tendencia contemporánea a utilizar métodos no destructivos (Pellerin & Ross, 2002). Por ejemplo, la técnica de vibraciones transversales ASTM D6874-12 (*American Society of Testing and Materials International*, 2014), ha demostrado su eficiencia en la determinación del módulo dinámico de la madera. Por su parte, el ultrasonido ha sido aplicado, entre otros autores, por Senalik *et al.* (2014); las ondas de esfuerzo se han utilizado por Dackermann *et al.* (2014); y las vibraciones transversales y longitudinales por Yoshihara (2012).

De los argumentos anteriores, se deriva la incertidumbre acerca del aumento del módulo dinámico de la madera laminada, y sugiere el estudio de casos particulares de madera laminada elaborada con especies diferenciadas. Para el caso de esta investigación, se emplearon piezas de madera laminada y sólida con pequeñas dimensiones de *Enterolobium cyclocarpum* (Jacq.) Griseb., *Tabebuia rosea* (Bertol.) DC. y *Juglans pyriformis* Liebm. Estas especies son endémicas de México y Centroamérica (Cordero & Boshier, 2003). Su importancia ecológica está notificada en documentos publicados por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO, México), y por la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR, México). Sus características tecnológicas están referidas por Tamarit & López (2007), Silva *et al.* (2010), y Sotomayor (2015). Sin embargo, no se detectó información acerca de la densidad y del módulo dinámico determinado por vibraciones transversales en madera sólida y laminada de las especies referidas.

El primer objetivo de la investigación fue determinar la densidad y el módulo dinámico, este último por vibraciones transversales, de pequeñas probetas de madera sólida y laminada de *Enterolobium cyclocarpum*, *Tabebuia rosea* y *Juglans pyriformis*. El segundo objetivo fue comparar las magnitudes de la densidad y del módulo dinámico entre las tres especies en estudio, y entre la madera sólida y

laminada. El alcance de la investigación se limita a los resultados de las especies seleccionadas, así como para el estudio de caso de probetas con pequeñas dimensiones y ensayadas por medio de una prueba con carácter no destructivo, como son las vibraciones transversales.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se recopiló madera aserrada de *Enterolobium cyclocarpum*, *Tabebuia rosea* y *Juglans pyriformis*. Así mismo, se prepararon probetas de madera sólida y laminada con dimensiones de 0,02 m x 0,02 m x 0,40 m, en las direcciones radial, tangencial y longitudinal de la madera, de acuerdo con la norma ISO 3129:2012 (*International Organization for Standardization*, 2012). Las probetas se almacenaron en una cámara de acondicionamiento con temperatura de 20°C ($\pm 1^\circ\text{C}$), y humedad relativa del aire de 20% ($\pm 2\%$), hasta que su peso fue constante. Así, la madera se estabilizó bajo un contenido de humedad promedio de 10% ($\pm 1\%$). La densidad de la madera se determinó con la relación entre el peso de la probeta y su volumen, ambas medidas realizadas al momento del ensayo (ISO 13061-2:2014, *International Organization for Standardization*, 2014b). El contenido de humedad de la madera fue calculado por el método de diferencias de peso de las probetas al momento del ensayo, en relación a su peso anhidro (ISO 13061-1:2014, *International Organization for Standardization*, 2014a).

Para la fabricación de las probetas de madera laminada, se utilizaron cinco tabletas de madera sólida de acuerdo a la estructura sugerida por Sotomayor *et al.* (2015). Para adherir las tabletas, se aplicaron 2,5 kg m⁻² de pegamento de contacto de acetato de vinilo. Una vez armadas las probetas, se posicionaron en un dispositivo *ad-hoc* y se prensaron hasta que las viguetas alcanzaron una altura o espesor uniforme de 0,02 m. Con el objetivo de que el adhesivo solidificara, el tiempo de prensado fue de 48 horas en ambiente de laboratorio (temperatura de 20°C y humedad relativa del aire de 65%). Finalmente, las probetas de madera laminada se almacenaron durante tres meses en la cámara de acondicionamiento, con las condiciones antes citadas de temperatura y

de humedad relativa del aire, hasta que su peso fue constante.

La densidad de la madera se calculó con la fórmula (1) (*International Organization for Standardization*, 2014b):

$$\rho_{CH} = \left(\frac{P}{V} \right) \quad (1)$$

Donde:

ρ_{CH} = Densidad de la madera (kg m^{-3})

P = Peso de la probeta (kg)

V = Volumen de la probeta (m^{-3})

El contenido de humedad de la madera se calculó con la fórmula (2) (*International Organization for Standardization*, 2014a):

$$CH = \left(\frac{P_1 - P_2}{P_2} \right) \times 100 \quad (2)$$

Donde:

CH = Contenido de humedad de la madera (%)

P_1 = Peso de la probeta en estado húmedo (kg)

P_2 = Peso de la probeta en estado seco (kg)

El módulo dinámico de la madera se determinó de acuerdo al procedimiento recomendado por la norma ASTM D6874-12 (*American Society of Testing and Materials International*, 2012), reportado por Villaseñor & Sotomayor (2015). Las pruebas consistieron en medir la frecuencia de resonancia, en el primer modo de vibración, de una probeta posicionada sobre apoyos de tipo libre-libre (Figura 1).

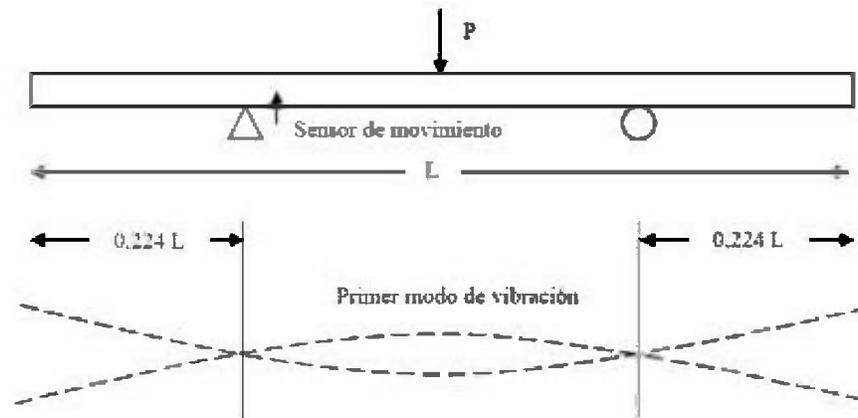


Fig. 1 Prueba de vibraciones transversales y diagrama del movimiento de la probeta. **P** = Impacto dinámico; **L** = Longitud de la probeta. Adaptada de Villaseñor & Sotomayor (2015)

El módulo dinámico se calculó con la fórmula (3) (Machek *et al.*, 2001):

$$E_{vt} = \frac{4 \pi^2 L^4 f_{vt}^2 \rho_{CH}}{m^4 r^2} \left(1 + \frac{r^2}{l^2} K \right) \quad (3)$$

Donde:

E_{vt} = Módulo dinámico ($N m^{-2}$)

L = Largo de la probeta (m)

l = Distancia entre apoyos (m)

f_{vt} = Frecuencia natural de vibración de la probeta (Hz)

ρ_{CH} = Densidad de la madera a un contenido de humedad CH ($kg m^{-3}$)

m, K = Constantes adimensionales (12,65, 49,48)

r = Radio de giro de la sección transversal de la probeta (m^2),

con: $r = \sqrt{I/A}$

I = Momento de inercia de la sección transversal de la probeta (m^4)

A = Área de la sección transversal de la probeta (m^2)

Diseño experimental

Se compararon dos estados del material: madera sólida (S), y madera laminada (L); cada uno preparado únicamente con una de las tres especies en estudio: *Enterolobium cyclocarpum* (EC), *Tabebuia rosea* (TR) y *Juglans pyriformis* (JP). Para cada estado del material se consideraron variables de respuesta: la densidad (ρ_{CH} , fórmula 1), y el módulo dinámico (E_{vt} , fórmula 3). El contenido de humedad (CH, fórmula 2), se consideró parámetro de referencia. El estado del material y la especie se analizaron como factores de variación independientes entre sí. Los parámetros invariables fueron: el adhesivo utilizado en la fabricación de las probetas de madera laminada (poliuretano), la configuración de estas probetas (cinco elementos); las dimensiones (ancho, espesor y longitud), y el contenido de humedad (10%, ± 1 %).

Para obtener los resultados de cada una de las seis muestras, (dos estados por tres especies), con 35 réplicas, (probetas), para cada una de ellas, se calcularon su media (\bar{x}), su desviación estándar (σ), y para estimar el error introducido en la medición de cada parámetro, se calculó su coeficiente de variación ($CV = \sigma / \bar{x}$, en porcentaje). A continuación, se planearon tres experimentos:

Experimento 1. Para una misma especie se compararon cada uno de los dos parámetros del estado del material sólido, frente a los dos parámetros correspondientes al estado del material laminado. Con esta perspectiva, el estado del material se consideró el factor de variación y se fijó la especie; por ejemplo: ρ_{CH} EC S vs. ρ_{CH} EC L. El objetivo particular de este experimento fue identificar si variaba la densidad o el módulo dinámico de una especie de madera laminada en particular. Ello respecto a los resultados obtenidos con la madera sólida.

Experimento 2. Para un mismo estado del material (S o L), se compararon los parámetros ρ_{CH} y E_{vt} , para cada una de las tres diferentes especies (EC, TR y JP). Es decir, la especie fue considerada el factor de variación y se fijó el estado del material; por ejemplo: E_{vt} EC S vs. E_{vt} TR S. El objetivo particular de este experimento fue

distinguir la variación en la magnitud de la densidad o del módulo dinámico entre las especies estudiadas.

Experimento 3. Para los 105 resultados combinados de las tres especies, se calcularon las regresiones lineales ($y = ax \pm b$), y sus coeficientes de determinación (R^2). Dichos cálculos abarcaron las variables dependientes (ρ_{CH} y E_{vt}) del estado sólido (S), en función de las variables independientes (ρ_{CH} y E_{vt}) correspondientes al estado laminado (L); por ejemplo: $E_{vt} L = f(\rho_{CH} S)$. El objetivo particular de este experimento fue determinar la precisión del parámetro medido en la madera sólida, para explicar el parámetro correspondiente en la madera laminada.

Para lograr dicho objetivo se calcularon el sesgo estandarizado (SE) y la curtosis estandarizada (CE), para las variables ρ_{CH} y E_{vt} . Cuando las pruebas de normalidad y de verificación de varianzas (ver-var) fueron satisfactorias, se realizaron análisis de varianza (anova) de muestras independientes para un nivel del 95% de confianza. Por el contrario, se realizaron pruebas no paramétricas de *Kruskal-Wallis* (K-W) de diferencias de medianas (\bar{X}), para un nivel del 95% de confianza. El criterio de demarcación para las pruebas ver-var, anova y K-W, fue aceptar una diferencia estadísticamente significativa para un valor $P > 0,05$.

RESULTADOS

La Tabla 1 reúne los resultados de la densidad, del módulo de elasticidad y de sus variaciones para las maderas de *Enterolobium cyclocarpum*, *Tabebuia rosea* y *Juglans pyriformis*. Las magnitudes aquí obtenidas respecto de la densidad y del módulo dinámico para la madera sólida de estas especies, son similares a las reportadas en la bibliografía (Sotomayor, 2015).

La Tabla 2 muestra los resultados del experimento 1, en el cual se fijó la especie y se consideró el estado del material como el factor de variación. Las densidades de la madera laminada de *Enterolobium*

cyclocarpum y de *Juglans pyriformis* indicaron diferencias estadísticamente significativas ($P \leq 0,05$) con respecto a la densidad de la madera sólida. Caso contrario, la densidad de *Tabebuia rosea* no presentó una diferencia estadísticamente significativa ($P \geq 0,05$), con respecto a la densidad de la madera sólida de esta especie. Los módulos dinámicos de la madera laminada de *Enterolobium cyclocarpum*, *Tabebuia rosea* y *Juglans pyriformis* resultaron con diferencias estadísticamente significativas ($P \leq 0,05$), en cuanto a los módulos dinámicos de la madera sólida de sus respectivas especies.

Tabla 1. Resultados de la densidad, del módulo de elasticidad y de sus variaciones.

Especie		Madera sólida		Madera laminada		Variación	
		ρ_{CH} (kg m^{-3})	E_{vt} (MN m^{-2})	ρ_{CH} (kg m^{-3})	E_{vt} (MN m^{-2})	$\Delta\rho_{CH}$ (%)	ΔE_{vt} (%)
<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	\bar{x}	456	9472	501	8085	+10,0	-14,6
	σ	47	895	38	1011	-	-
	CV	10,4	9,4	7,7	12,5	-26,0	+32,4
<i>Tabebuia rosea</i>	\bar{x}	622	14373	626	13469	+0,8	-6,3
	σ	44	1669	29	973	-	-
	CV	7,1	11,6	4,6	7,2	-34,8	-37,8
<i>Juglans pyriformis</i>	\bar{x}	695	11569	740	9449	+6,6	-18,3
	σ	58	1595	51	1304	-	-
	CV	8,3	13,8	7,0	13,8	-16,0	+0,1

Leyenda: ρ_{CH} = Densidad; E_{vt} = Módulo dinámico; Δ = Variación aritmética madera sólida/madera laminada; \bar{x} = Media; σ = desviación estándar; CV = Coeficiente de variación en por ciento. Fuente: Elaboración Propia.

La Tabla 3 presenta los resultados del experimento 2, que fijó el estado del material y consideró a la especie como el factor de variación. Contrastando los resultados específicos en las densidades y los módulos dinámicos comparados entre *Enterolobium cyclocarpum*, *Tabebuia rosea* y *Juglans pyriformis*, sea para la madera sólida o para la madera laminada, presentaron diferencias estadísticamente significativas ($P \geq 0,05$). Estos resultados tuvieron dos excepciones: la comparación entre E_{vt} EC S vs. E_{vt} TR S y E_{vt} EC S vs. E_{vt} JP S. Los resultados de las pruebas de verificación de varianza no permitieron realizar las pruebas estadísticas consecuentes.

Tabla 2. Resultados del experimento 1: Especie fija (EC, TR y JP).

	SE	CE	<i>P</i> ver-var	<i>P</i> anova	<i>P</i> K-W
Densidad (ρ_{CH})					
ρ_{CH} EC S	1,754	0,846	-	-	-
ρ_{CH} EC L	-2,044 [#]	2,225 [#]	-	-	-
ρ_{CH} EC S vs. ρ_{CH} EC L	-	-	0,260	-	< 0,001*
ρ_{CH} TR S	-3,254 [#]	3,570 [#]	-	-	-
ρ_{CH} TR L	1,096	0,436	-	-	-
ρ_{CH} TR S vs. ρ_{CH} TR L	-	-	0,299	-	0,764
ρ_{CH} JP S	3,626 [#]	2,854 [#]	-	-	-
ρ_{CH} JP L	1,324	0,356	-	-	-
ρ_{CH} JP S vs. ρ_{CH} JP L	-	-	0,767	-	<0,001*
Módulo dinámico (E_{vi})					
E_{vi} EC S	-1,178	0,328	-	-	-
E_{vi} EC L	-0,065	1,534	-	-	-
E_{vi} EC S vs. E_{vi} EC L	-	-	0,749	< 0,001*	-
E_{vi} TR S	-2,304 [#]	0,804	-	-	-
E_{vi} TR L	0,509	0,486	-	-	-
E_{vi} TR S vs. E_{vi} TR L	-	-	0,037*	-	0,002*
E_{vi} JP S	1,125	0,253	-	-	-
E_{vi} JP L	-0,164	0,061	-	-	-
E_{vi} JP S vs. E_{vi} JP L	-	-	0,280	<0,001*	-

Leyenda: EC = *Enterolobium cyclocarpum*; TR = *Tabebuia rosea*; JP = *Juglans pyriformis*; S = Madera sólida; L = Madera laminada; SE = Sesgo estandarizado; CE = Curtosis estandarizada; [#] = Valor fuera del intervalo [-2, +2]; ver-var = Igualdad de varianzas; anova = Análisis de varianzas; K-W = Prueba de *Kruskal-Wallis*; *P* = Valor *P* (95% de confiabilidad); * Diferencia estadísticamente significativa ($P \leq 0,05$). Fuente: Elaboración propia.

Tabla 3. Resultados del experimento 2: Estado fijo (S y L).

	<i>P</i> ver-var	<i>P</i> anova	<i>P</i> K-W
Densidad (ρ_{CH}) Estado fijo (S)			
ρ_{CH} EC S vs. ρ_{CH} TR S	0,520	-	< 0,001*
ρ_{CH} EC S vs. ρ_{CH} JP S	0,963	-	< 0,001*
ρ_{CH} TR S vs. ρ_{CH} JP S	0,574	-	< 0,001*
Densidad (ρ_{CH}) Estado fijo (L)			
ρ_{CH} EC L vs. ρ_{CH} TR L	0,233	-	< 0,001*
ρ_{CH} EC L vs. ρ_{CH} JP L	0,116	-	< 0,001*
ρ_{CH} TR L vs. ρ_{CH} JP L	-	< 0,001*	-
Módulo dinámico (E_{vt}) Estado fijo (S)			
E_{vt} EC S vs. E_{vt} TR S	0,013*	-	-
E_{vt} EC S vs. E_{vt} JP S	0,003*	-	-
E_{vt} TR S vs. E_{vt} JP S	0,977	-	< 0,001*
Módulo dinámico (E_{vt}) Estado fijo (L)			
E_{vt} EC L vs. E_{vt} TR L	0,800	< 0,001*	-
E_{vt} EC L vs. E_{vt} JP L	0,110	< 0,001*	-
E_{vt} TR L vs. E_{vt} JP L	0,146	< 0,001*	-

Leyenda: EC = *Enterolobium cyclocarpum*; TR = *Tabebuia rosea*; JP = *Juglans pyriformis*; S = Madera sólida; L = Madera laminada; ver-var = Igualdad de varianza; anova = Análisis de varianza; K-W = Prueba de *Kruskal-Wallis*; *P* = Valor *P* (95% de confiabilidad); * Diferencia estadísticamente significativa ($P \leq 0,05$). Fuente: Elaboración propia.

La Figura 2 explica los resultados del experimento 3. Estos graficados en las dispersiones, las regresiones lineales y los coeficientes de determinación entre la densidad y el módulo dinámico, ambos entre la madera laminada dependiente de la madera sólida. La densidad de la madera sólida explica el 69% de la predicción sobre la densidad de la

madera laminada. Igualmente, el módulo dinámico de la madera sólida explica el 50% de la predicción correspondiente al módulo dinámico de la madera laminada.

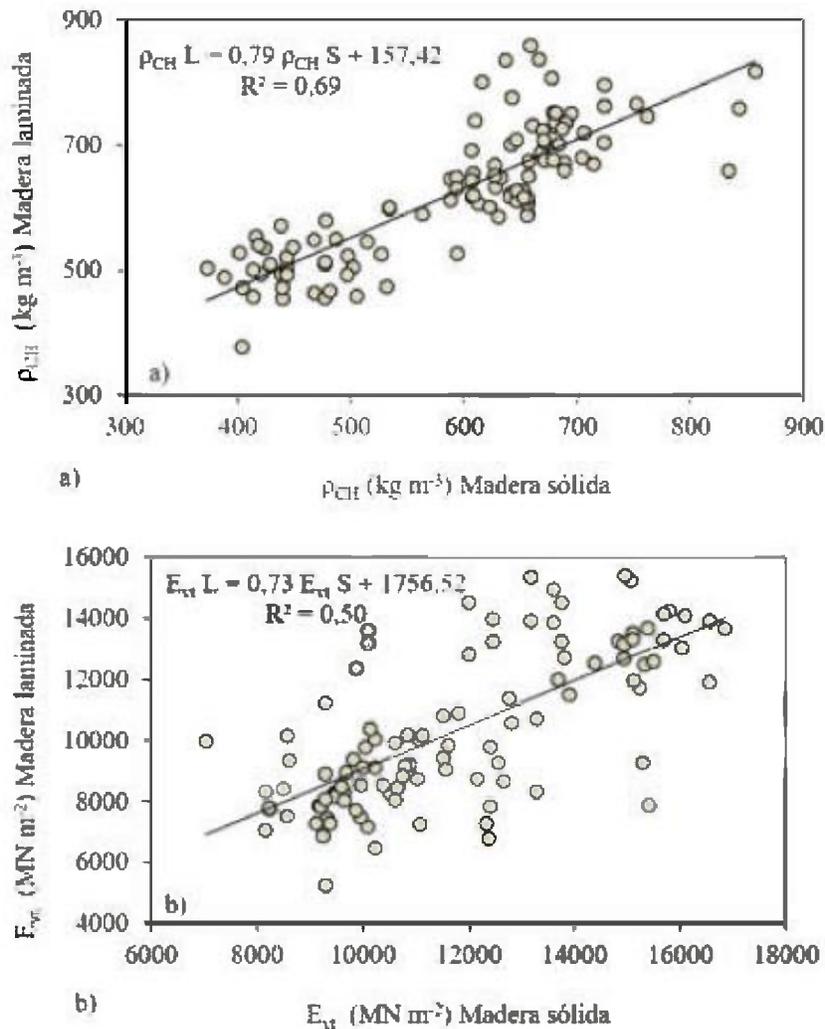


Fig. 2 Resultados del experimento 3: Regresiones lineales ($y = ax \pm b$), y coeficientes de determinación (R^2); a) Densidad; b) Módulo dinámico. Por razones de escala, en las figuras no se visualizan los 105 puntos experimentales. Fuente: Elaboración propia

DISCUSIÓN

La densidad de la madera laminada aumentó en comparación con la de la madera sólida. Esto para las tres especies estudiadas, con la peculiaridad de que la densidad de la madera laminada de *Tabebuia rosea* exhibió un incremento pequeño. Este resultado coincide con el propósito de incrementar artificialmente la densidad de una especie de madera en particular, al emplear el tratamiento de laminado. Esta estrategia se respalda en uno de los paradigmas vigentes en Ciencias, Tecnología e Ingeniería de la Madera; el cual propone que las características de resistencia mecánica de la madera, en este caso el módulo dinámico, aumentan proporcionalmente a la densidad (Niklas & Spatz, 2010). Los resultados de esta investigación indican lo contrario: el módulo dinámico de la madera laminada, en comparación con el de la madera sólida, disminuyó para las tres especies. Esto a pesar del aumento artificial de la densidad.

Las condiciones de laboratorio fueron controladas, las pruebas se realizaron de la misma forma y se fijaron las principales fuentes posibles de variación de los resultados. Es decir, el tipo de adhesivo utilizado en la fabricación de la madera laminada, la configuración y dimensiones de las probetas, y el contenido de humedad de la madera. Se observó una disminución en los coeficientes de variación para la madera sólida y para la madera laminada. Este resultado fue el mismo para la densidad y el módulo dinámico de las tres especies estudiadas. Excepción a este resultado fue el aumento importante del coeficiente de variación del módulo dinámico para *Enterolobium cyclocarpum*, y el casi insignificante incremento estadístico para el módulo dinámico de *Juglans pyriformis*.

Desde el punto de vista del análisis estadístico, la densidad de la madera laminada, respecto a la madera sólida, fue diferente para *Enterolobium cyclocarpum* y *Juglans pyriformis*. En cambio, no lo fue para *Tabebuia rosea*. Para el caso del módulo dinámico, la diferencia estadística fue observada en las tres especies.

En ese contexto, los resultados de la densidad y del módulo dinámico mostraron diferencias estadísticamente significativas. Ambos fueron

comparados estudiando la madera laminada frente a la madera sólida, y diferenciando las tres especies. Es decir, cada parámetro es distinto según la especie y si se trata de madera sólida o laminada. En relación a la calidad de las predicciones propuestas por las regresiones $\rho_{CH} L = f(\rho_{CH} S)$ y $E_{vt} L = f(E_{vt} S)$, en el caso de la densidad, el coeficiente de determinación es aceptable en investigación con especies tropicales (Del Menezzi *et al.*, 2013). Este resultado sugiere que la densidad de la madera laminada aumenta en comparación con la densidad de la madera sólida. No así, en el caso del módulo dinámico. Su predicción es baja en comparación con las reportadas en la bibliografía (Teles *et al.*, 2011). Es decir, el módulo dinámico no aumenta necesariamente en proporción al de la madera sólida. Ambas conclusiones se proponen a partir de las correlaciones en los datos de las tres especies combinadas, así mismo representan una tendencia general del fenómeno.

Las diferencias aritméticas entre los resultados para la madera laminada y sólida varían de acuerdo a cada especie. Así mismo, las diferencias estadísticamente significativas difieren igualmente de acuerdo a la especie y al estado de la madera, sea laminada o sólida. En efecto, la bibliografía refiere el paradigma contemporáneo en Ciencias de la Madera que rige en investigación e ingeniería de la madera (Sotomayor y Correa, 2016): *"...Es necesario caracterizar el comportamiento mecánico de la madera con un enfoque de experimentación de caso por caso de una especie en particular. Cada procedimiento debe estar referido a las variables de referencia de las condiciones de ensayo, por ejemplo, la densidad y el contenido de humedad de la madera, y con datos derivados de un tamaño de muestra observada estadísticamente representativa. Una vez teniendo observaciones integrantes y estadísticamente representativas, se pueden proponer tendencias en el comportamiento general para una especie en específico, y/o por agrupamiento de varias de ellas que denoten una tendencia similar"*. De manera que los resultados de esta investigación confirman esta propuesta, conclusión que se encuentra acotada para *Enterolobium cyclocarpum*, *Tabebuia rosea* y *Juglans pyriformis*.

CONCLUSIONES

Se determinaron la densidad y el módulo dinámico por vibraciones transversales, de madera sólida y laminada, en tres especies: *Enterolobium cyclocarpum*, *Tabebuia rosea* y *Juglans pyriformis*.

La densidad de la madera laminada aumentó en comparación con la de la madera sólida. En contraste, el módulo dinámico de la madera laminada disminuyó para las tres especies, en comparación con el de la madera sólida.

El modelo de regresión lineal propuesto predice que la densidad de la madera sólida explica el 69% de la densidad de la madera laminada. Finalmente se puede señalar que, potencialmente, el módulo dinámico de la madera sólida explica el 50% de la predicción correspondiente al módulo dinámico de la madera laminada.

AGRADECIMIENTOS

La investigación estuvo patrocinada por la Coordinación de la Investigación Científica de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, México. También un agradecimiento al profesor Juan Zárate Medina por facilitar el equipo para efectuar las pruebas dinámicas.

REFERENCIAS

Alméras, T., A. Thibaut & J. Gril. 2005. Effect of circumferential heterogeneity of wood maturation strain, modulus of elasticity and radial growth on the regulation of stem orientation in trees. *Trees*. 19(4): 457-467.

American Society of Testing and Materials International. 2012. *ASTM D6874-12. Standard Test Methods for Nondestructive Evaluation of Wood-Based Flexural Members Using Transverse Vibration*. West Conshohocken: American Society of Testing and Materials International. 8 p.

Araujo Molina, O., M. Cerón Cardaña, M. Chan Martín & M. Azueta García. 2005. Resistencia a la flexión de vigas laminadas con tres especies de madera tropical mexicana. *Ingeniería*. 9(1): 5-12.

Bal, B. C. & I. Bektaş. 2012. The effects of wood species, load direction, and adhesives on bending properties of laminated veneer lumber. *BioResources*. 7(3): 3104-3112.

Bourreau, D., Y. Aimene, J. Beauchêne & B. Thibaut. 2013. Feasibility of glued laminated timber beams with tropical hardwoods. *European Journal of Wood and Wood Products*. 71(5): 653-662

Cordero, J. & D. H. Boshier. 2003. *Árboles de Centroamérica*. Turrialba: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. 1079 p.

Dackermann, U., K. Crews, B. Kasal, J. Li, M. Riggio, F. Rinn & T. Tannert. (2014). In situ assessment of structural timber using stress-wave measurements. *Materials and Structures*. 47(5), 787-803.

Del Menezzi, C., L. Mendes, M. de Souza & G. Bortoletto Jr. 2013. Effect of Nondestructive Evaluation of Veneers on the Properties of Laminated Veneer Lumber (LVL) from a Tropical Species. *Forest*. 4(2): 270-278.

Erdil, Y. Z., A. Kasal, J. Zhang, H. Efe & T. Dizei. 2009. Comparison of mechanical properties of solid wood and laminated veneer lumber fabricated from Turkish beech, Scotch pine, and Lombardy poplar. *Forest Products Journal*. 59(6): 55-60.

Hayashi, T. & A. Miyatake. 2015. Recent research and development on sugi (Japanese cedar), structural glued laminated timber. *Journal of Wood Science*. 61(4): 337-342.

International Organization for Standardization. 2012. *ISO 3129:2012. Wood. Sampling methods and general requirements for physical and*

mechanical testing of small clear wood specimens. Geneva: International Organization for Standardization. 9 p.

International Organization for Standardization. 2014a. *ISO 13061-1:2014. Wood. Determination of moisture content for physical and mechanical tests*. Geneva: International Organization for Standardization. 4 p.

International Organization for Standardization 2014b. *ISO 13061-2:2014. Physical and mechanical properties of wood. Test methods for small clear wood specimens Part 2: Determination of density for physical and mechanical tests*. Geneva: International Organization for Standardization. 5 p.

International Organization for Standardization 2014c. *ISO 13061-4:2014. Physical and mechanical properties of wood. Test methods for small clear wood specimens. Part 4: Determination of modulus of elasticity in static bending*. Geneva: International Organization for Standardization. 6 p.

Keskin, H. 2009. Impact of impregnation chemical on the bending strength of solid and laminated wood materials. *Materials and Design*. 30(3): 796-803.

Komariah, R. N., Y. S. Hadi, M. Y. Massijaya & J. Suryana. 2015. Physical-Mechanical Properties of Glued Laminated Timber Made from Tropical Small-Diameter Logs Grown in Indonesia. *Journal of the Korean Wood Science and Technology*. 43(2): 156-167.

Machek, L., H. Militz & R. Sierra-Alvarez. 2001. The use of an acoustic technique to assess wood decay in laboratory soil-bed tests. *Wood Science and Technology*. 34(6): 467-472.

Nadir, Y. & P. Nagarajan. 2014. The behavior of horizontally glued laminated beams using rubber Wood. *Construction and Building Materials*. 55: 398-405.

Niklas, K. J. & H. C. Spatz. 2010. Worldwide correlations of mechanical properties and green wood density. *American Journal of Botany*. 97(10): 1587-1594.

Pellerin, R. F. & R. J. Ross. 2002. *Nondestructive Evaluation of Wood*. Peachtree Corners: Forest Products Society. 210 p.

Ribeiro, A. S., A. M. P. de Jesus, A. M. Lima & J. L. C. Lousada. 2009. Study of strengthening solutions for glued-laminated wood beams of maritime pine wood. *Construction and Building Materials*. 23(8): 2738-2745.

Senalik, C. A., G. Schueneman & R. J. Ross. 2014. *Ultrasonic-based nondestructive evaluation methods for wood: a primer and historical review*. Madison: Forest Products Laboratory. 36 p.

Silva Guzmán, J. A., F. J. Fuentes Talavera, R. Rodríguez Anda, P. A. Torres Andrade, M. A. Lomeli Ramírez, J. Ramos Quirarte, C. Waitkus & H. G. Richter. 2010. *Fichas de propiedades tecnológicas y usos de maderas nativas de México e importadas*. México: Comisión Nacional Forestal. 186 p.

Sotomayor Castellanos, J. R. 2015. *Banco FITECMA de características físico-mecánicas de maderas mexicanas*. Morelia: Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. 65 p.

Sotomayor Castellanos, J. R., I. Carmona Delgado, I. Cervantes Móreles, D. Garduño Suárez, D. Z. Jiménez Guzmán, R. Lemus Durán, D. Maldonado Correa, A. Pérez Tello, M. A. Vaca Hernández & O. Valdez Velázquez. 2015. Madera laminada de *Pinus pseudostrobus*. Caracterización dinámica con métodos no destructivos. *Investigación e Ingeniería de la Madera*. 11(3): 4-34.

Sotomayor Castellanos, J. R. & S. Correa Jurado. 2016. Retención de sales de boro en la madera y su efecto en el módulo de elasticidad dinámico. *Revista Científica*. 24(1): 67-76.

Tamarit Urias, J. C. & J. L. López Torres. 2007. *Xilotecnología de los principales árboles tropicales de México*. Tlahuapan: Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. 264 p.

Teles, R. F., C. S. Del Menezzi, F. de Souza & M. R. de Souza. 2011. Nondestructive evaluation of a tropical hardwood: interrelationship between methods and physical-acoustical variables. *Ciência da Madeira*. 2(1): 01-14.

Tenorio, C., R., Moya & F. Muñoz. 2011. Comparative study on physical and mechanical properties of laminated veneer lumber and plywood panels made of wood from fast-growing *Gmelina arborea* trees. *Journal of Wood Science*. 57(2): 134-139.

Villaseñor Aguilar, J. M. & J. R. Sotomayor Castellanos. 2015. Caracterización dinámica de la madera de *Fraxinus americana* y *Fraxinus uldei*. *Revista de Aplicación Científica y Técnica*. 1(1): 43-53.

Yoshihara, H. 2012. Examination of the specimen configuration and analysis method in the flexural and longitudinal vibration tests of solid wood and wood-based materials. *Forest Products Journal*. 62(3): 191-200.

Recibido 09 de mayo de 2018, aceptado 18 de junio de 2018.



RELACIÓN ENTRE ACTIVIDAD FÍSICA Y EL SEDENTARISMO EN ESTUDIANTES DE 15 A 16 AÑOS DE EDAD

¹Lesbia I. De Gracia P., ¹José P. Young & ¹Rigoberto Salado C.

¹Universidad de Panamá, Facultad de Ciencias Naturales, Exactas y Tecnología, Departamento de Fisiología y Comportamiento Animal.

¹Universidad de Panamá, Facultad de Ciencias Naturales, Exactas y Tecnología, Departamento de Fisiología y Comportamiento Animal.

²Universidad de Panamá, Facultad de Psicología, Área de Psicofisiología y Neuropsicología.

Email: lesbiaide20@gmail.com

RESUMEN

Éste es un estudio descriptivo transversal cuyo objetivo es relacionar el grado de actividad física y de sedentarismo con el rendimiento en las pruebas de evaluación biomecánica, en una muestra de 60 estudiantes de 15 a 16 años de edad de un colegio ubicado en el Distrito de San Miguelito, provincia de Panamá. Divididos de acuerdo al nivel de actividad física obtenida con el IPAQ versión corta en español, en dos grupos de ♂ y ♀: Grupo Activo y Grupo Sedentario, evaluados antropométricamente y a través de pruebas biomecánicas que determinaron potencia (tren inferior), fuerza (miembros superiores) y resistencia (capacidad aeróbica).

No se encontraron diferencias significativas para la edad, peso y talla. En los varones, el IMC no mostró diferencia significativa, mientras que fue significativa en las mujeres ($P \leq 0.001$). El %GC fue de significancia estadística tanto en los varones ($P \leq 0.03$) como en las mujeres ($P \leq 0.0006$). No se encontró diferencia significativa en la evaluación biomecánica de potencia y fuerza. En cambio, para la resistencia, expresada en METs obtenidos con el IPAQ y el $VO_{2\text{máx}}$, la diferencia fue significativa en los varones ($P \leq 0.0001$ y $P \leq 0.0001$) y para las mujeres ($P \leq 0.0001$ y $P \leq 0.01$) respectivamente.

PALABRAS CLAVES

Actividad física, Grupo Activo, Grupo Sedentario, sedentarismo; pruebas biomecánicas, pruebas funcionales, IPAQ, IMC, %GC, METs, VO₂máx.

RELATIONSHIP BETWEEN PHYSICAL ACTIVITY AND SEDENTARISM IN STUDENTS FROM 15 TO 16 YEARS OF AGE

ABSTRACT

This is a cross-sectional descriptive study whose objective is to relate the degree of physical activity and sedentary lifestyle with performance in biomechanical evaluation tests, in a sample of 60 students from 15 to 16 years old in a School located in San Miguelito District, province of Panama. Divided according to the level of physical activity obtained in the IPAQ short version in Spanish, in two groups of ♂ and ♀: Active Group and Sedentary Group, evaluated anthropometrically and through biomechanical tests to determine power (lower train), strength (upper limbs) and endurance (aerobic capacity).

No significant differences were found for age, weight and height. In men, the BMI showed no significant difference, while it was significant in women ($P \leq 0.001$). The BF% was of statistical significance in both males ($P \leq 0.03$) and females ($P \leq 0.0006$). No significant difference was found in the biomechanical evaluation of power and strength. In contrast, for the resistance, the difference was significant for the METs obtained in the IPAQ and the VO₂max in both, men ($P \leq 0.0001$ and $P \leq 0.0001$) and women ($P \leq 0.0001$ and $P \leq 0.01$) respectively.

KEYWORDS

Physical activity, Active Group, Sedentary Group, sedentary lifestyle; biomechanical tests, functional tests, IPAQ, BMI, BF%, METs, VO₂max.

INTRODUCCIÓN

El ser humano desde el inicio de su historia ha estado en constante movimiento, ya sea en busca de alimento, refugio o pareja, conducta nómada que podemos considerar de alta actividad física (AF), misma que al pasar del tiempo fue modificada por el sedentarismo o poca AF, viéndose reflejada en la población joven, llámese niños o adolescentes.

Este fenómeno se atribuye a factores como: el avance, aumento y disponibilidad de la tecnología – como es: uso de Internet, video juegos, televisión, computadora, teléfonos celulares, entre otros, así como a largas jornadas de clases o por falta de hacer algún deporte o ejercicio físico en tiempo libre o de ocio, situación que está repercutiendo en graves problemas de salud en la población a nivel mundial (Becerra et al., 2013; Lavielle-Sotomayor et al., 2014; Moral et al., 2012).

La AF, al ser realizada diaria o constantemente en la población adolescente, permite un estilo de vida saludable a corto, mediano y largo plazo, versus patrones de sedentarismo que cada día restringen el buen desarrollo del menor, con lo que aumenta el factor de riesgo de enfermedades no transmisibles (ENT), entre ellas: las cardiovasculares, crónicas – degenerativas, motoras o hipocinéticas, sobrepeso, obesidad, cáncer y problemas psicosociales, entre otras (León-Prados et al., 2011; Pérez 2014).

La Organización Mundial de la Salud (OMS), (OMS, 2017) reporta que la AF a nivel mundial va en descenso, con porcentajes alarmantes para la población adolescente en edad escolar, representando un 81% de inactividad.

Los adolescentes de nuestro país no escapan de esta realidad, por tal razón es de gran interés e importancia fijar nuestra atención a esta población vulnerable. Es por ello que el estudio que se presenta a continuación recoge información de un grupo de estudiantes adolescentes de ambos sexos cuya edad oscila entre 15 a 16 años, que cursan el décimo grado de enseñanza media en un colegio particular, ubicado en el Distrito de San Miguelito, provincia de Panamá.

Se realiza un estudio descriptivo transversal, con técnicas no invasivas, cuyo objetivo general es relacionar el grado de AF y de sedentarismo con el rendimiento en las pruebas de evaluación biomecánicas, usando el Cuestionario Internacional de Actividad Física, por sus siglas en inglés IPAQ, versión corta en español (IPAQ, 2005), para establecer dos grupos, uno activo y otro sedentario.

Se determinaron variables antropométricas para cada participante y las pruebas biomecánicas evaluaron la fuerza, potencia y resistencia en ambos grupos, las cuales se midieron mediante dinamometría, salto vertical o Sargent Jump, de longitud sin carrera y el test de Léger o test de ida y vuelta de 20 metros, respectivamente.

Con los resultados obtenidos se busca que se puedan planificar programas enfocados en la disminución del sedentarismo y el aumento de la AF, para que desde la niñez hasta la adolescencia, desarrollen una vida saludable.

MATERIALES Y MÉTODOS

1.1. SELECCIÓN DE LA MUESTRA

Se hizo a través de muestreo no probabilístico, por cuotas; en donde la participación estaba sujeta a la autorización del representante legal del estudiante, mediante la firma del Consentimiento Informado (OMS, 2002) y a los resultados del IPAQ.

Autorizada la participación, se procedió a explicar el objetivo del estudio y a aplicar el IPAQ a un total de 70 estudiantes, de los cuales fueron seleccionados 60 de acuerdo a los resultados del IPAQ, representados por los METs (indicador de actividad física, que se refiere a la tasa metabólica basal por minuto) que determinan el grado de AF semanal de acuerdo a la actividad realizada en la última semana o últimos 7 días, dividiéndolos en dos grupos: Grupo Activo (N= 15 ♂ y N=15 ♀) y Grupo Sedentario (N= 15 ♂ y N=15 ♀).

1.2. EVALUACIÓN ANTROPOMÉTRICA

Las evaluaciones antropométricas se hicieron siguiendo el protocolo estandarizado Normas Internacionales para la Valoración Antropométrica (ISAK, por sus siglas en inglés) (ISAK, 2001), el Manual de Procedimientos: Toma de Medidas Clínicas y Antropométricas de la Secretaría de Salud de México (SSA, 2002) y el Manual de Medidas Antropométricas (Carmenate, 2014).

Se determinó: peso corporal, talla, IMC (Quetelet, 1924), porcentaje de grasa corporal, pliegues cutáneos y la circunferencia del muslo. Todas las pruebas se realizaron en el gimnasio del colegio, bajo techo y a temperatura ambiente.

1.3. PRUEBAS BIOMECÁNICAS

Como guía para realizar las pruebas biomecánicas, se utilizaron los protocolos que se encuentran en Alba, 2005. Dichas pruebas son: salto vertical o Sargent Jump y salto de longitud sin carrera para valorar potencia del tren inferior, dinamometría que evaluó fuerza en miembros superiores y Test de Léger o Course Navette para determinar resistencia (capacidad aeróbica).

La potencia de los saltos vertical y de longitud sin carrera se calculó utilizando las fórmulas de Lewis (Fox & Mathews, 1974) y de Johnson & Bahamonde (1996), respectivamente y mediante la ecuación de Léger et al., 1988, se calculó el VO_2 máx., para cada grupo.

1.4. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Los datos obtenidos se analizaron mediante la prueba *t* de Student no pareada, para establecer la diferencia de medias de las variables antropométricas y biomecánicas. Los resultados se expresan como medias \pm SE. La relación de las variables antropométricas con las pruebas biomecánicas se hizo mediante la prueba de Pearson. El nivel de significancia se fijó en $P \leq 0.05$. Para todos los cálculos y las gráficas, se utilizó el Software GraphPad Prim® versión 5.02.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El Grupo Activo resultó funcionalmente superior al Grupo Sedentario, demostrado con las pruebas de potencia y resistencia.

La evaluación antropométrica y edad, indican que se trata de una muestra homogénea (Cuadro 1) que se circunscribe a la clasificación

de Adolescencia media (Pasqualini & Llorens, 2010) que comprende a los jóvenes de 14-18 años de edad, en donde el crecimiento o estirón puberal y la maduración sexual casi ha finalizado, llegando a alcanzar el 95% de la talla adulta (Casas & Ceñal, 2005; Iglesias, 2013). En el cuadro se observa que, al comparar las mujeres del Grupo Activo con las del Grupo Sedentario, tanto el IMC ($P \leq 0.001$) como el %GC ($P \leq 0.0006$) de las activas fue menor. Mientras que, al comparar el %GC de los varones del Grupo Activo con los del Grupo Sedentario, en los activos fue menor ($P \leq 0.03$).

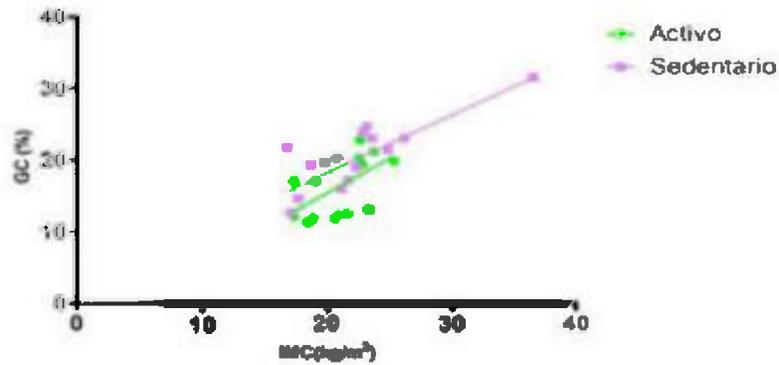
ANTROPOMETRÍA

Cuadro 1. Variables antropométricas y edad

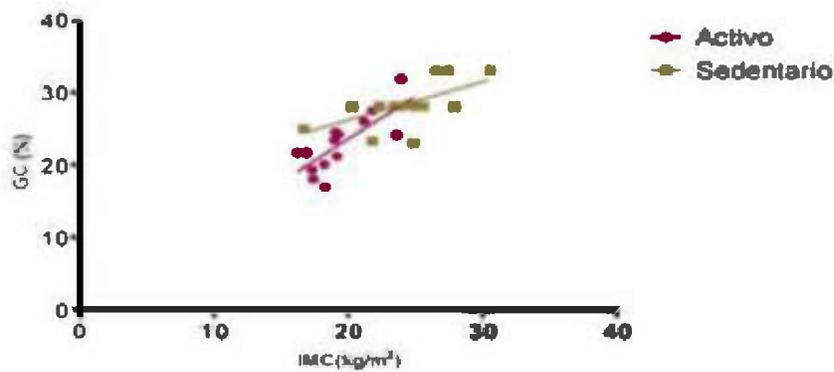
EVALUACIÓN ANTROPOMÉTRICA	Grupo Activo (ACT)*		Grupo Sedentario (SED)*		ACT vs SED**	ACT vs SED**
					$P \leq 0.05$	$P \leq 0.05$
	♂ N= 15	♀ N= 15	♂ N= 15	♀ N= 15	♂	♀
EDAD (años)	15.5±0.13	15.3±0.13	15.7±0.18	15.7±0.13	0.3	0.08
PESO (kg)	61.3±2.82	53.1±2.70	65.3±3.97	60.1±2.88	0.4	0.08
TALLA (cm)	170.6±2.12	160.9±1.80	171.1±1.40	158.4±1.51	0.8	0.2
IMC (kg/m ²)	20.9±0.64	19.7±0.70	22.3±1.25	23.9±0.90	0.3	0.001**
%GC	16.3±1.07	23.3±1.04	20.08±1.30	28.2±0.78	0.03*	0.0006***

*Los valores son medias ± SE y la prueba t.

Al comparar las mujeres del Grupo Activo con las del Grupo Sedentario, se obtuvo diferencia significativa en el IMC ($P \leq 0.001$; Cuadro 1), ya que las adolescentes depositan más grasa corporal que los varones; y el IMC elevado se asocia negativamente con la actividad restringida (Palou et al., 2012); en contraposición con los valores obtenidos por Medina et al., 2017, quienes no encontraron diferencias significativas al relacionar el IMC y el sexo.



A



B

Fig. 1 A Relación entre el %GC con el IMC de los varones del Grupo Activo ($P \leq 0.02$; $r=0.6$) con los del Grupo Sedentario ($P \leq 0.0009$; $r=0.8$). B. Relación entre el %GC versus el IMC de las mujeres del Grupo Activo ($P \leq 0.0004$; $r=0.8$) con los del Grupo Sedentario ($P \leq 0.01$; $r=0.6$).

Al relacionar las variables %GC y el IMC (Fig. 1 A y B), del Grupo Activo con el Grupo Sedentario por sexo (σ^2 = varones y ϱ^2 = mujeres).

resulta significativo ($r: 0.8; P \leq 0.01$) que a mayor IMC mayor porcentaje de grasa lo que indica que esta población está en normopeso, resultado que coincide con los estudios de Alvero-Cruz et al., 2010 y Márquez et al., 2006. Al comparar el IMC de los varones del Grupo Activo con los del Grupo Sedentario no se encontró diferencia significativa ($P \leq 0.3$), este resultado es de esperarse debido a que en el adolescente masculino “la producción de testosterona a partir de la pubertad promueve un incremento de la masa muscular esquelética y de la estatura, lo que sin duda, altera la razón de proporcionalidad que tiene como consecuencia el incremento de estatura y masa corporal (grasa y magra)” (Alvero-Cruz et al., 2010). Coinciden con Gutin et al., 2005 y Ruiz et al., 2006 citados por Ortega et al., 2013, en cuyos estudios en adolescentes (16 años) e individuos más jóvenes, asocian a la actividad física, con más masa corporal, lo que indica que nuestro grupo de estudio está en concordancia con el IPAQ, en cuanto al IMC. Según Izquierdo & Ibáñez, 2017, el %GC “depende, fundamentalmente del gasto calórico extra diario (minutos de entrenamiento x Kcal/minuto= Kcal extras gastadas), y de la restricción calórica que se pueda realizar a través, por ejemplo, de una dieta que conduciría a un menor %GC. En los varones, tanto deportistas o no, se observa un descenso en el porcentaje de grasa corporal durante la adolescencia, aunque los deportistas tienden a tener un porcentaje de grasa corporal menor. Así, en las jóvenes deportistas, no se observa un aumento en la masa corporal durante la adolescencia como ocurre en las no deportistas (Malina & Bouchard, 1991) citado por Izquierdo (2017)”.

BIOMECÁNICA

La relación del análisis antropométrico con el rendimiento de las pruebas biomecánicas demostró que no hubo diferencia significativa en las pruebas de potencia y fuerza; sin embargo, en ambos grupos (♂ y ♀), Grupo Activo versus Grupo Sedentario, la diferencia fue estadísticamente significativa, en cuanto a la resistencia medida mediante el VO₂max.

El análisis de los resultados de las pruebas biomecánicas, con las que se evaluó potencia, fuerza y resistencia, mediante el desarrollo de

pruebas funcionales, se presenta en los Cuadros 2, 3 y 4, respectivamente. Las Figuras (2 a 6) se hacen en función de la prueba *t* y correlaciones.

Cuadro 2. Evaluación biomecánica: Potencia.

POTENCIA: SAJ.TOS	Grupo Activo (ACT)		Grupo Sedentario (SED)		ACT vs SED	ACT vs SED
					<i>P</i> ≤0.05	<i>P</i> ≤0.05
	♂ N= 15	♀ N= 15	♂ N= 15	♀ N= 15	♂	♀
VERTICAL O SARGENT JUMP (Watts)	2957±205.8	1782±115.9	3033±210.9	1841±189.8	0.7	0.7
LARGO SIN CARRERA (Watts)	15678±646.7	10826±268.5	14325±652.3	9620±290.0	0.2	0.3

Los valores son medias ± SE y la prueba *t* con significancia *P*≤0.05.

La evaluación de la fuerza de la musculatura extensora de las extremidades inferiores, mediante las pruebas biomecánicas de salto vertical y salto largo sin carrera, (Cuadro 2), se determinó que no hay diferencia significativa, tanto para el Grupo Activo (♂ y ♀) y el Grupo Sedentario (♂ y ♀). En cuanto al salto vertical o Sargent jump, Bosco (1994), citado por Hernández & Salazar, 2001, refiere que “en pruebas de la valoración de la fuerza explosiva, como el test de Sargent, es imposible separar la influencia que ejerce la coordinación de los miembros superiores y su contribución en la obtención de energía elástica, la cual puede afectar el componente contráctil de los músculos extensores de las piernas”; acotación que podría explicar el resultado de esta prueba debido a que los baremos alcanzados indican una fuerza explosiva por debajo del promedio en los varones del Grupo Activo comparado con los del Grupo Sedentario (40.5 y 38.4 cm, respectivamente) y una pobre fuerza explosiva al comparar las mujeres del Grupo Activo comparadas con las del Grupo Sedentario (29.9 y 24.8 cm, respectivamente), basados en Sargent (1921) y Davis et al., (2000).

En cuanto a la relación del salto vertical con la circunferencia del muslo (Fig. 2 A y B), y del salto vertical versus el IMC (Fig. 3 A y B), se puede inferir que ambos grupos, tanto de varones como de mujeres, muestran una correlación positiva, que es atribuible al normo-peso y a que el IPAQ determinó que hay individuos sedentarios, pero no son obesos. Además, tienen agilidad y destreza de salto vertical. En este sentido Suárez & Calero, 2007, citado por Rendón et al., 2017, indica que la altura del vuelo y la masa muscular están directamente relacionadas. Young et al., 2016 encontraron que en sujetos con una media de edad de 18.93 años, la relación IMC y circunferencia del muslo con la potencia muscular fueron positivas.

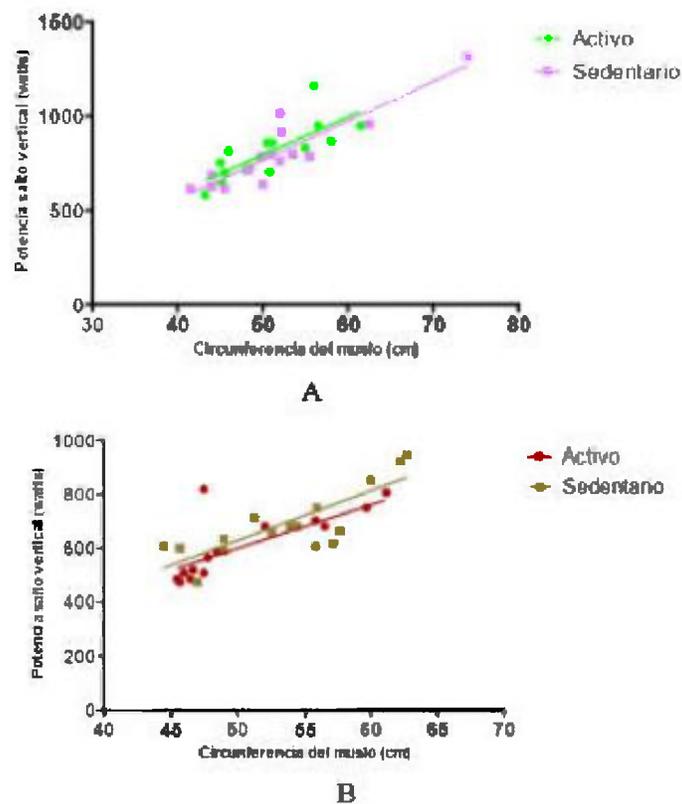
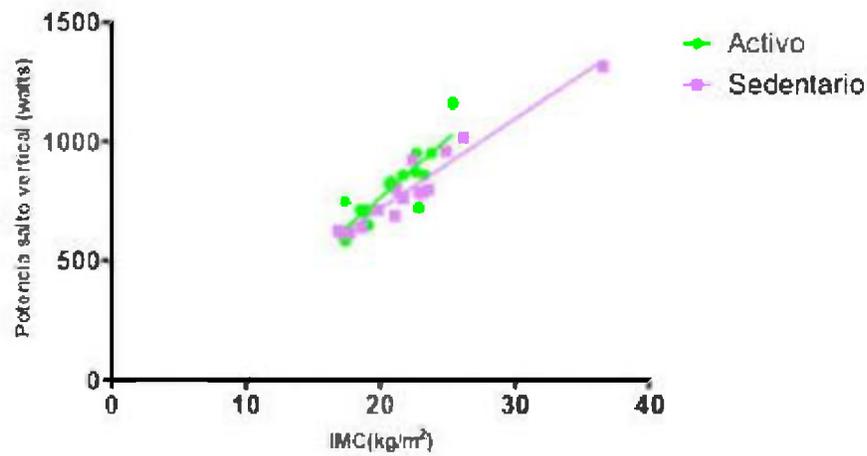
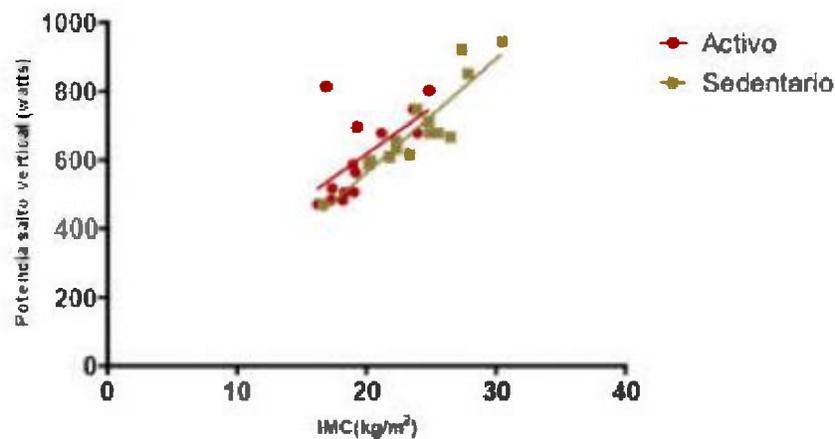


Fig. 2 A. Relación entre la potencia del salto vertical con la circunferencia del muslo de los varones del Grupo Activo ($P \leq 0.0008$; $r=0.8$) con los del Grupo Sedentario ($P \leq 0.0001$; $r=0.9$). **B.** Relación entre la potencia del salto vertical con la circunferencia del muslo de las mujeres del Grupo Activo ($P \leq 0.002$; $r=0.7$) con las del Grupo Sedentario ($P \leq 0.0001$; $r=0.8$).



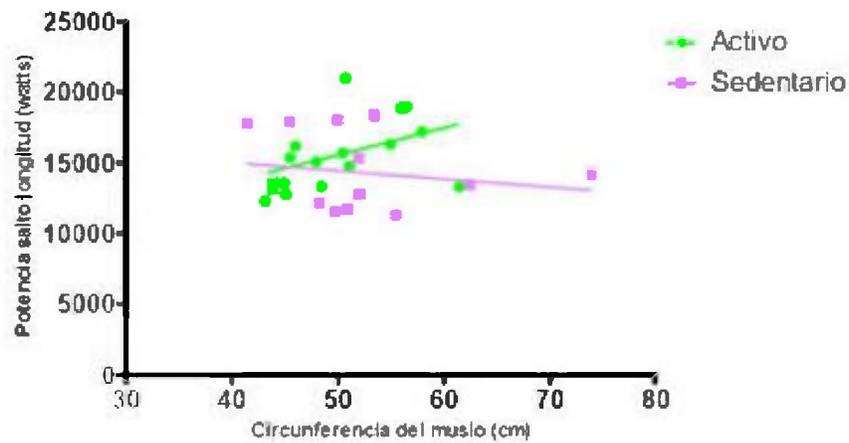
A



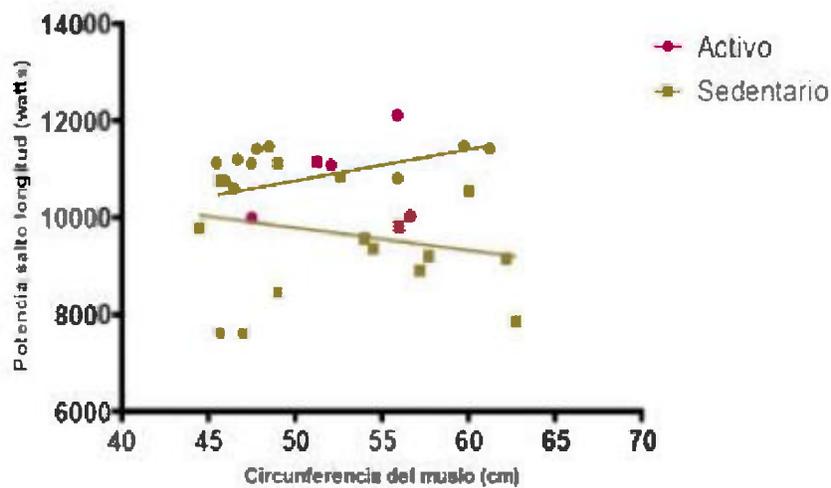
B

Fig. 3 A. Relación entre la potencia del salto vertical con el IMC de los varones del Grupo Activo ($P \leq 0.0001$; $r=0.8$) con los del Grupo Sedentario ($P \leq 0.0001$; $r=0.9$). B. Relación entre la potencia del salto vertical con el IMC de las mujeres del Grupo Activo ($P \leq 0.01$; $r=0.6$) con las del Grupo Sedentario ($P \leq 0.0001$; $r=0.9$).

Los resultados del salto de longitud sin carrera demuestran que, a pesar de que no hay diferencia significativa ($P=0.2$ y $P=0.3$ ACT vs SED; Cuadro 2), al relacionar la potencia del salto con la circunferencia del muslo (Fig. 4 A) de los varones del Grupo Activo con los del Grupo Sedentario y las mujeres del Grupo Activo con las del Grupo Sedentario (Fig. 4 B), se puede inferir que la potencia del salto pudo verse afectada por el %GC en los sujetos sedentarios ($r=0.2$ y 0.3 respectivamente), ya que en ambos casos se observa una menor potencia con el incremento del diámetro del muslo. En tanto que los varones y las mujeres del Grupo Activo, muestran una correlación positiva entre la potencia y la circunferencia del muslo ($r=0.2$ y $r=0.1$ respectivamente, Fig. 4 A y B) sugiriendo que en los sujetos activos la masa magra influye en el desempeño del salto de longitud sin carrera; mientras que en los sedentarios esta correlación fue muy baja favoreciendo una composición con influencia del tejido adiposo en extremidades inferiores lo que ocasionó un declive en la potencia del tren inferior. En un estudio de salto de longitud sin carrera en sujetos con normo-peso se encontró que éstos tuvieron un rendimiento mayor en cuanto a la fuerza explosiva del tren inferior, con respecto a los que tenían sobrepeso u obesidad (Castro-Piñero et al, 2011). En los adolescentes, de 13 a 15 años, no se observan cambios importantes en la potencia del tren inferior, lo que volverá a incrementarse a partir de los 17 años (Martínez & Zagalaz, 2003); correspondiéndose con un estudio realizado en un grupo etario de 18 años, donde se obtiene una diferencia significativa tanto en el salto vertical como en el salto de longitud sin carrera (Young et al., 2016). Se puede inferir en este estudio, en cuanto a la potencia del tren inferior, que no hubo diferencia significativa quizás porque los sujetos requieren mayor trabajo o ejercicio pliométrico y un nivel de AF que promueva el desarrollo de la masa muscular. Esta diferencia tampoco fue significativa en el estudio de Del Vecchio et al., 2015 en sujetos ciclistas vs sedentarios. Coincidiendo con Young et al., 2016 y Jiménez et al., 2013 que en estas pruebas, como son saltar o el Test de Leger, la motivación entre los participantes o en este caso al ser adolescentes “dar una milla extra” con respecto al compañero, crea competitividad entre los participantes, además de la ejecución de la técnica empleada, evidencian variación que no coincide con los resultados esperados, o expresados en el IPAQ que les asignó el nivel de AF.



A



B

Fig. 4 A. Relación entre la potencia del salto longitud sin carrera con la circunferencia del muslo de los varones del Grupo Activo ($P \leq 0.1$; $r = 0.2$) con los del Grupo Sedentario ($P \leq 0.5$; $r = 0.03$). B. Relación entre la potencia del salto longitud sin carrera con la circunferencia del muslo en las mujeres del Grupo Activo ($P \leq 0.2$; $r = 0.1$) con las del Grupo Sedentario ($P \leq 0.3$; $r = 0.06$).

Cuadro 3. Evaluación biomecánica: Fuerza

FUERZA: DINAMOMETRÍA (Kg)	Grupo Activo (ACT)		Grupo Sedentario (SED)		ACT vs SED P≤0.05	ACT vs SED P≤0.05
	♂ N= 15	♀ N= 15	♂ N= 15	♀ N= 15	♂	♀
	DIN. MLD.	25.1±2.34	17.1±1.33	25.4±1.93	18.5±1.35	0.9
DIN. M.L.	25.1±2.32	16.5±1.16	25.0±1.82	17.3±1.24	0.9	0.6

Los valores son medias ± SE y la prueba *t* con significancia $P \leq 0.05$.

La valoración de la fuerza de los miembros superiores, medida a través de dinamometría manual o fuerza prensil, es una técnica de referencia para este tipo de evaluación (Bansal, 2008; Clerke, 2006), no hubo diferencia significativa en ninguno de los grupos (Cuadro 3), similar a los resultados obtenidos para este rango de edad por Marrodán et al., 2009 en donde no hubo diferencia, ya que la fuerza fue casi igual para ambas manos, en ambos sexos; contrarios a los resultados obtenidos por Rojas et al., 2012 quien encontró un incremento de fuerza manual en ambos sexos. Estos resultados se pueden interpretar que podrían estar relacionados con una baja AF en cuanto a ejercicios o trabajo de tipo manual y a que las actividades cotidianas de muchos adolescentes no requieren de mayor fuerza de los miembros superiores.

En la evaluación de la resistencia, tanto el equivalente metabólico (METs) como el VO_2 máx. (Cuadro 4), que son indicadores biológicos funcionales vinculados con la AF y la CF (Pancorbo, 2013; Pérez, 2014), mostraron diferencias significativas para ambos grupos, en varones y mujeres, (Figuras 5 y 6).

Los resultados coincidieron con otros estudios (Palou, 2012; Garcia-Cantó, 2013; Oviedo et al., 2013 y Lavielle-Sotomayor et al., 2014), similar a lo que ocurrió al comparar las mujeres del Grupo Activo versus el Grupo Sedentario (Fig. 5 B), en los que se demuestra que entre mayor es el grado de AF, mayor es el METs obtenido, y que

guarda relación con los niveles de condición física-deportiva.

Cuadro 4. Evaluación biomecánica: Resistencia.

RESISTENCIA:	Grupo Activo (ACT)		Grupo Sedentario (SED)		Prueba t ACT vs SED	Prueba t ACT vs SED
	♂ N= 15	♀ N= 15	♂ N= 15	♀ N= 15	♂	♀
METs (IPAQ)						
VO ₂ máximo (TEST DE LEGER)					P≤0.05	P≤0.05
METs	2970±382.1	2377±3128	226.7±28.4	99.0±11.5	<0.0001	<0.0001
VO₂ máximo	35.4±0.83	30.8±0.77	30.7±0.49	28.4±0.46	<0.0001	<0.01

Los valores son medias ± SE y la prueba t con significancia P≤0.05.

Los resultados del %GC demostraron que hay diferencia significativa al comparar los varones del Grupo Activo versus el Grupo Sedentario, (P≤0.001) y para las mujeres del Grupo Activo versus el Grupo Sedentario, (P ≤0.0006), resultados que concuerdan con los encontrados por Gutiérrez et al., 2015 y Padilla, 2014. En ese sentido, Ramírez-Vélez, 2010 y Ortega et al., 2013, refieren que hay una relación inversa entre AF, ya sea moderada o vigorosa y la grasa corporal total. Lo que juega un papel importante en la prevención de enfermedades crónicas no transmisibles, la obesidad en niños y adolescentes, como ha quedado demostrado en el presente estudio.

La capacidad aeróbica es la eficiencia del sistema cardiovascular y pulmonar de un organismo para transportar oxígeno a los músculos cuando tengan un trabajo sostenido durante un periodo de tiempo, el VO₂máx., está considerado como el mejor indicador de capacidad aeróbica y del estado cardiovascular (Castillo, 2007; ACSM, 2007; Sutton, 1992). Al comparar el VO₂máx., en los varones del Grupo Activo versus los del Grupo Sedentario (Fig. 6 A), la diferencia fue altamente significativa. Igualmente, en el caso de las mujeres del

Grupo Activo *versus* el Grupo Sedentario (Fig. 6 B), los resultados concuerdan con los de Mayorga-Vega et al., 2012 (grupo etario de 10 a 12 años) y con los de Castro-Piñero et al., 2011 (grupo etario de 8 a 17 años), que encontraron mayor rendimiento en los niños y niñas normo-peso con respecto a los que tenían sobrepeso u obesidad. A medida que aumenta el nivel de AF, aumenta el VO₂máx., determinado por el IPAQ (Ramírez-Lechuga, 2011), aunque en sus resultados la relación fue más fuerte en las jóvenes, el investigador señala que las jóvenes son más "precisas, objetivas y honestas en sus respuestas y que los jóvenes tienden a sobrestimar su AF", relación que es semejante a la de este estudio. Según Artero et al., 2010, citado por Mayorga-Vega (2012), hay una relación en cuanto al exceso de grasa corporal con la baja ejecución en las pruebas biomecánicas, refiriendo que los niños que tienen sobrepeso u obesidad presentan una carga extra que tendría que ser movida durante la realización de las pruebas, en este sentido, aunque la muestra del presente estudio se encuentra dentro de los valores de normo-peso, los ♂ y ♀ sedentarios de ambos grupos tienen mayor %GC, lo que coincide con lo antes expuesto.

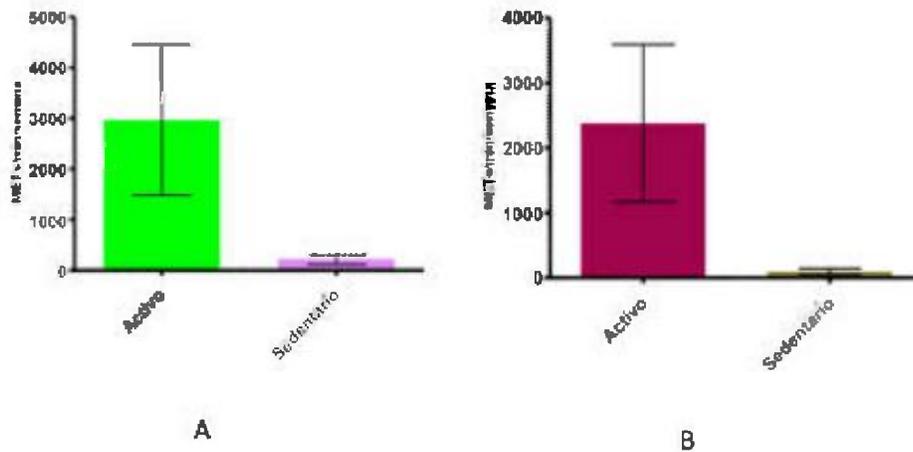


Fig. 5 Comparación de los METs de los del Grupo Activo versus los del Grupo Sedentario. A. Varones, ($P \leq 0.0001$); B. Mujeres ($P \leq 0.0001$).

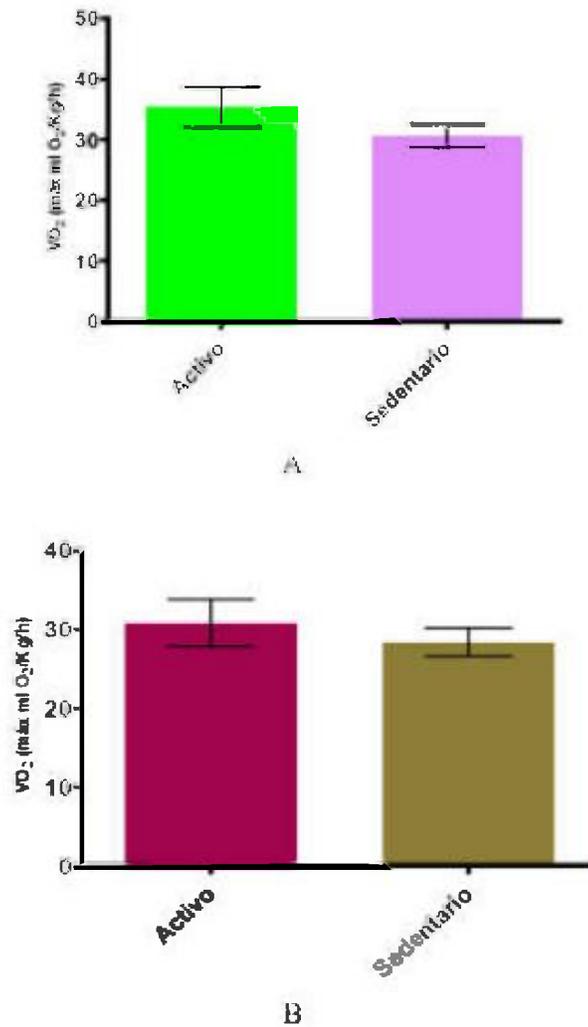


Fig. 6 Comparación del VO₂máx. del Grupo Activo versus los del Grupo Sedentario. A. Varones ($P \leq 0.0001$), B. Mujeres ($P \leq 0.01$).

CONCLUSIONES

La muestra estudiada es muy homogénea, en cuanto a edad y las variables antropométricas. La relación entre %GC e IMC demostró ser

fuerte y se obtuvo valores esperados; lo que se correlacionó con las pruebas biomecánicas de potencia, pero que a su vez limitó a los varones y mujeres sedentarios en el rendimiento de la prueba de resistencia. El no encontrar diferencia significativa en la prueba de fuerza prensil guardaría relación con la aplicación de estímulos de baja intensidad desde edades tempranas, poca actividad física en trabajos manuales y falta de ejercicio concéntrico o de fuerza manual. El Grupo Activo resultó funcionalmente superior al Grupo Sedentario, lo cual se demostró por mayor METs y VO₂máx que se relaciona positivamente con la AF, indicando una condición de vida saludable, que se establece desde la infancia hasta la adultez.

REFERENCIAS

Alba, A. 2005. Test funcionales Cineantropometría y prescripción de entrenamiento en el deporte y la actividad física. 2da. Ed. Editorial Kinesis, Colombia. 273 págs.

Alvero-Cruz, J., E. Álvarez, J. Fernández-García, J. Barrera, M. Carrillo & L. Sardinha. 2010. Validez de los índices de masa corporal y de masa grasa como indicadores de sobrepeso en adolescentes españoles: estudio Esccola. *Med. Clin (Barc)*; 135(1): 8-14.

American Heart Association and American College of Sports Medicine (ACSM). 2007. Joint Position Statement: Exercise and acute cardiovascular events: placing the risks into perspective. *Med Sci Sports Exerc*; 39: 886-897.

Artero, E., V. España-Romero, F. Ortega, D. Jiménez-Pavón, J. Ruiz, G. Vicente, M. Bueno, A. Marcos, S. Gómez-Martínez, A. Urzanqui, M. González, L. Moreno, A. Gutiérrez & M. Castillo. 2010. Health-related fitness in adolescents: underweight, and not only overweight, as an influencing factor. The AVENA study. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*; 20: 418-427.

Bansal, N. 2008. Hand grip strength: Normative data for Young adults. *Ind J of Physiotherapy and Occupational Therapy*; 2(2): 29-33.

- Becerra, C., R. Reigal, A. Hernández-Mendo & I. Martín-Tamayo. 2013. Relaciones de la condición física y la composición corporal con la autopercepción de salud. *Rev. int. cienc. Deporte*; 9(34): 305-318.
- Bosco, C. 1994. La valoración de la fuerza con el test de Bosco. Colección Deporte y Entrenamiento. Editorial Paidó Tribo. Barcelona. 25- 46.
- Carmenate, L. 2014. Manual de medidas antropométricas. 1^{er} Ed. Publicaciones SALTRA. Costa Rica. 80 págs.
- Casas, J.J. & M.J. Ceñal. 2005. Desarrollo del adolescente. Aspectos físicos, psicológicos y sociales. *Pediatr Integral*; IX (1): 20-24.
- Castillo, M. 2007. La condición física es un componente importante de la salud para los adultos de hoy y del mañana. *Selección*; 17(1): 2-8.
- Castro-Piñero, J., F. Ortega, X. Keating, J. González-Montesino, M. Sjöström & J. Ruíz. 2011. Percentile values for aerobic performance running/walking field tests in children aged 6 to 17 years; influence of weight status. *Nutrición Hospitalaria*; 26(3): 572-578.
- Clerke, A. 2006. Factors influencing grip strength testing in teenagers. University of Sydney: Faculty of Health Science. School of Biomedical Sciences. <http://hdl.handle.net/2123/3553>
- Davis, R., R. Phillips, J. Roscoe & E. Roscoe. 2000. Physical Education and the Study of Sport. Mosby, USA.
- Del Vecchio, L., R. Stanton, N. Borges, C. Macgregor, M. Korhonen & P. Reaburn. 2015. Características de la Fuerza y la Potencia Muscular de las Extremidades Inferiores de Ciclistas de ruta de Nivel Master y de Adultos Sedentarios de Edad Similar. *J. Publice*. <https://g-se.com/caracteristicas-de-la-fuerza-y-la-potencia-muscular-de-las-extremidades-inferiores-de-ciclistas-de-ruta-de-nivel-master-y-de-adultos-sedentarios-de-edad-similar-1794-sa-N57cfb2724b843>

Fox, E. & D. Mathews. 1974. *The interval training: conditioning for sports and general fitness*. Philadelphia PA: W.B. Saunders; 257-258.

García-Cantó, E., J. Pérez, P. Rodríguez & J. Moral. 2013. Nivel de actividad física y su relación con la condición física saludable en adolescentes. *TRANCES: Revista de Transmisión del Conocimiento Educativo y de la Salud*; 5(5): 497-522.

Gutiérrez, R., L. Aldea, M. Cavia & S. Alonso-Torre. 2015. Relación entre la composición corporal y la práctica deportiva en adolescents. *Nutr Hops*; 32 (1): 336-345.

Gutin B, Yin Z, Humphries M. & P. Barneau. 2005. Relations of moderate and vigorous physical activity to fitness and fatness in adolescents. *Am J Clin Nutr*; 81, 746-750.

Hernández, J. & W. Salazar. 2001. Comparación de dos técnicas de salto con caída, para mejorar el rendimiento de la potencia de piernas en jugadores de baloncesto. *Revista de Ciencias del Ejercicio y la Salud*; 1(1): 34-41.

Iglesias, J. 2013. Desarrollo del adolescente: aspectos físicos, psicológicos y sociales. *Pediatr Integral*; XVII (2): 88-93.

IPAQ. Guidelines for data processing and analysis of the International Physical Activity Questionnaire, Short and long forms. November 2005. Disponible en: www.ipaq.ki.se.

Izquierdo, M. & J. Ibáñez. 2017. Crecimiento y maduración del deportista joven. Aplicación para el desarrollo de la fuerza. *Revista de Educación Física*; 35(1): sin número de páginas.

Jiménez, L., J. Díaz, H. Díaz. & Y. González. 2013. Valoración de las capacidades físicas condicionales en escolares de básica, secundaria y media del Colegio Distrital Gerardo Paredes de la localidad de Suba. *Mov. Cient*; 7(1): 93-104.

Johnson, D. & R. Bahamonde. 1996. Power Output Estimate in University Athletes. *J Strength Condit Res*; 10(3): 161-166.

Laville-Sotomayor, P., V. Pineda-Aquino, O. Jáuregui-Jiménez & M. Castillo-Trejo. 2014. Actividad física y sedentarismo: Determinantes sociodemográficos, familiares y su impacto en la salud del adolescente. *Rev. Salud Pública*; 16(2): 161-172.

Léger, L., D. Mercier, C. Gadoury & J. Lambert. 1988. The multistage 20 metre shuttle run test for aerobic fitness. *J Sports Sci.*; 6: 93-101.

León-Prados, J., I. Fuentes, J. González-Jurado, A. Fernández, E. Costa & A. Ramos. 2011. Actividad física y salud percibida en un sector de la población sevillana; estudio piloto. *Rev. int med. cienc act. fis. deporte*; 11(41): 164-180.

Malina, R. & C. Bouchard. 1991. Growth, maturation, and physical activity. Champaign, Illinois: *Human Kinetics Books*; 12: 187-204.

Márquez, S., J. Rodríguez & S. De Abajo. 2006. Sedentarismo y salud: efectos beneficiosos de la actividad física. *APUNTS Educación Física y Deportes; 1^{er} trimestre*: 12-24.

Marrodán, M., J. Romero, S. Moreno, M. Mesa, M. Cabañas, J. Pacheco & M. González-Montero. 2009. Dinamometría en niños y jóvenes de entre 6 y 18 años: valores de referencia, asociación con tamaño y composición corporal. *An Pediatr (Barc)*; 70(4): 340-348.

Martínez, E. & M. Zagalaz. 2003. Elementos básicos de control fisiológico del alumno de Educación Física. VO₂ máx, capacidad vital y aeróbica. *Revista Digital-Buenos Aires- Año 9- N°62*.

Mayorga-Vega, D., A. Brenes, M. Rodríguez & R. Merino. 2012. Asociación del IMC y el nivel de condición física en escolares de Educación primaria. *J. of Sport and Health Research*; 4(3): 299-310.

Medina, M., M. Luizaga, S. Abasto, Y. Mamani & S. Pacheco. 2017.

Masa grasa corporal en escolares y adolescentes en la zona de la Tamborada Cochabamba, Bolivia. *Gac. Med. Bol.*; 40(1): 10-13.

Moral, J., M. Redecillas & E. Martínez. 2012. Hábitos sedentarios de los adolescentes Andaluces Sedentary lifestyle of adolescent Andalusian. *J. of Sport and Health Research*; 4(1): 67-82.

Organización Mundial de la Salud (OMS). 2002. Pautas Éticas Internacionales para la Investigación Biomédica en Seres Humanos. Preparadas por el Consejo de Organizaciones Internacionales de las Ciencias Médicas (CIOMS) en colaboración con la Organización Mundial de la Salud. Ginebra. https://cioms.ch/wp-content/uploads/2016/08/PAUTAS_ETICAS_INTERNACIONALES.pdf

Organización Mundial de la Salud (OMS). 2017. Centro de prensa. <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs385/es/>

Ortega, F., J. Ruiz & M. Castillo. 2013. Actividad física, condición física y sobrepeso en niños y adolescentes: evidencia procedente de estudios epidemiológicos. *Endocrinol. Nutr.*; 60(8): 458-469.

Oviedo, G., J. Sánchez, R. Castro, M. Calvo, J. Sevilla, A. Iglesias & M. Guerra. 2013. Niveles de actividad física en la población adolescente: estudio de caso Physical activity levels in adolescents: a case study. *Retos. Nuevas tendencias en Educación Física, Deporte y Recreación*; 23(1º semestre): 43-47.

Padilla, J. 2014. Relación del Índice de masa corporal y el porcentaje de grasa corporal en jóvenes venezolanos. *Rev. Ib. CC. Act. Fis. Dep.*; 3(1): 27-33.

Palou, P., J. Vidal, X. Ponseti, J. Cantalops & P. Borrás. 2012. Relaciones entre calidad de vida, actividad física, sedentarismo y fitness cardiorrespiratorio en niños. *Revista de Psicología del Deporte*; 21(2): 393-398.

Pancorbo, A. 2013. Medicina y ciencias del Deporte y la actividad

física. Vol. (1). Océano/Ergon. España. 288 págs.

Pasqualini, D. & A. Llorens. 2010. *Compiladores Salud y Bienestar de Adolescentes y Jóvenes: Una Mirada Integral*. OPS/OMS – Facultad de Medicina // Universidad de Buenos Aires. Esta publicación cuenta con el apoyo de la OPS/OMS. <http://publicaciones.ops.org.ar/publicaciones/otras%20pub/SaludBienestarAdolescente.pdf>

Pérez, B. 2014. Salud: entre la actividad física y el sedentarismo. *Am Venez Nutr*; 27(1): 119-128.

Pérez, J. & E. García-Cantó. 2012. Medición de la actividad física mediante el International Physical Activity Questionnaire (IPAQ) en estudios españoles e Internacionales. *Revista Electrónica Actividad Física y Ciencias*; 4(2): 1-21.

Quetelet, L. 1924. Quetelet's scientific work. *Science*; 60: (1555): 351-352.

Ramírez-Lechuga, P. Femia, C. Sánchez & M. Zabala. 2011. La actividad física en adolescentes no muestra relación con el consumo máximo de oxígeno. *Archivos de Medicina del Deporte*; 28(142): 103-112.

Ramírez-Vélez, R., R. Agredo Z. & A. Jerez. 2010. Relación entre la composición corporal y la capacidad de ejercicio con el riesgo de enfermedades crónicas no transmisibles en mujeres jóvenes. *Apunts Med. Esport.*; 45(166): 75-80.

Rendón, P., L. Del Rosario, L. Chalá, J. Hernández, M. Alomoto, L. Landeta & S. Calero. 2017. Influencia de la masa grasa en el salto vertical de basquetbolistas de secundaria. *Revista Cubana de Investigaciones Biomédicas*; 36(1): 1-12.

Rojas, J., L. Uc, G. Valentin, S. Datta & J. Argáez. 2012. Dinamometría de manos en estudiantes de Mérida, México. *Rev Chil Nutr*, 39(3): 45-51.

Ruiz, J., N. Rizzo, A. Hurtg-Wennlöf, F. Ortega & M. Sjöström. 2006. Relations of total physical activity and fitness in children; The European Youth Heart Study. *Am J Clin Nutr.*; 84: 298-302.

Sargent DA. Physical test of man. 1921. *Am Phys de Rev.*, 26:188.

Secretaría de Salud (SSA). 2002. Manual de procedimientos toma de medidas clínicas y antropométricas en el adulto mayor. 30 págs. <https://es.scribd.com/document/249394388/Manual-de-Procedimientos-Ssa-2002>

Sociedad Internacional para el Avance de la Cineantropometría (ISAK). Normas Internacionales para la valoración antropométrica. 2001. 1^{era} Ed. Sociedad Internacional para el Avance de la Cineantropometría. Australia. 77 págs.

Suárez, C. & S. Calero. 2007. El sistema de información del Voleibol Cubano. *In: Facultad de Cultura Física "Nancy Uranga Romagoza" de Pinar del Río. Federación Cubana de Voleibol, Pinar del Río;* 1-101.

Sutton, J. 1992. Limitations to maximal oxygen uptake. *Sports Med*; 13: 127-133.

Young, J., L. De Gracia, A.M. Jiménez, G. Becerra & R. Méndez. 2016. Fuerza y potencia muscular en el tren inferior de sujetos sedentarios. *Scientia (Panamá)*; 26(2): 19-36.

Recibido 12 de mayo de 2018, aceptado 20 de junio de 2018.



ÁCAROS DOMÉSTICOS (ARACHNIDA: ACARI) ASOCIADOS A PISOS DE RECÁMARAS EN DOS LOCALIDADES DE LA PROVINCIA DE CHIRIQUÍ, PANAMÁ

¹Sherley S. Estribi, ¹Addis L. Recinos, ²Ingríd L. Murgas & ²Roberto J. Miranda

¹Universidad Autónoma de Chiriquí, Facultad de Ciencias Naturales y Exactas, Museo de Peces de Agua Dulce e Invertebrados (MUPADI).

²Instituto Conmemorativo Gorgas de Estudios de la Salud, Departamento de investigación en Entomología Médica, Panamá.

Email: mirandarjc@gmail.com; rmiranda@gorgas.gob.pa

RESUMEN

Los ácaros domésticos constituyen la principal fuente de alérgenos dentro de casas y son responsables de varias enfermedades alérgicas. Con el objetivo principal de determinar la diversidad y abundancia de ácaros en recámaras de casas en dos distritos de la provincia de Chiriquí: Boquete (tierras altas) y David (tierras bajas), se realizaron tres muestreos durante 2014, en los meses de mayo, agosto y noviembre. Las muestras se tomaron utilizando el método de barrido con brochas en un área de un metro cuadrado, debajo de camas. De cada muestra se tomó una alícuota de 0.1 gramo de polvo y se contabilizó los ácaros presentes. En total se obtuvieron 85 muestras de polvo, de las cuales se identificaron 1.137 individuos pertenecientes a 22 géneros, 17 familias, de cuatro órdenes de ácaros. Boquete presentó los valores más altos para densidad promedio (ácaros/gramo de polvo) y riqueza de especies. *Dermatophagoides pteromyssinus* resultó la especie más importante en Boquete y *Typhlodromus transvaalensis* lo fue para las casas de David. El coeficiente de similitud de Bray-Curtis reflejó muy baja similitud entre las comunidades de ácaros domésticos de Boquete y David, posiblemente a causa de las diferencias relacionadas a la temperatura y humedad de cada localidad.

PALABRAS CLAVES

Astigmatina, alérgenos, diversidad.

DOMESTIC MITES (ARACHNIDA: ACARI) ASSOCIATED WITH BEDROOMS FLOOR IN TWO LOCALITIES OF CHIRIQUI PROVINCE, PANAMA

ABSTRACT

House dust mites are the main source of allergens inside homes and are responsible for several allergic diseases. With the aim of determining the diversity and abundance of dust mites in bedrooms of houses in two districts of the province of Chiriquí: Boquete (highlands) and David (lowlands), three samplings were carried out during 2014, in May, August and November. The samples were taken using the brushing method in an area of one square meter under beds. An aliquot of 0.1 gram of dust was taken from each sample and the mites present were counted. A total of 85 dust samples were obtained, of which 1.137 individuals belonging to 17 genera, 17 families, of four orders of mites were identified. Boquete showed the highest values for average density (mites / gram of dust) and species richness. *Dermatophagoides pteronyssinus* was the most important species in Boquete and *Typhlodromus transvaalensis* was the most abundant for the houses in David. The Bray-Curtis similarity coefficient reflected very low similarity between the communities of house mites of Boquete and David, possibly due to the differences in temperature and humidity of each locality.

KEYWORDS

Astigmatina, Allergens, diversity.

INTRODUCCIÓN

Los ácaros representan el grupo más diverso dentro de la Clase Arachnida (Chapman, 2009; Zhang, 2011). La gran mayoría son microscópicos, menores a 1 mm, y ocupan ambientes tanto terrestres como acuáticos. Aquellos que se encuentran dentro de casas son llamados “ácaros del polvo doméstico” o sólo “ácaros domésticos” (Puerta *et al.*, 2008), lo que es una denominación ecológica, no taxonómica.

Los ácaros domésticos se les encuentran en la mayoría de las casas y viven en el polvo que se acumula en pisos, cortinas, muebles, colchones, ropa de cama y en otros sitios en los que pueden tener acceso a condiciones ambientales favorables y disposición de alimento

(Arlian, 1989; Nadchatram, 2005). En las recámaras, las descamaciones de la piel de las personas, mascotas y otros animales, brindan el recurso para sostener la comunidad de ácaros (Nadchatram, 2005). En este tipo de ambiente, se pueden encontrar ácaros Astigmatina saprófagos además de una comunidad de diversos órdenes y que pueden tener hábitos alimenticios depredadores, fitófagos o parásitos (Boquete *et al.*, 2006; Colloff, 2009).

Los estudios de diversidad de ácaros domésticos que se han realizado alrededor del mundo han coincidido en que las especies más abundantes dentro de casas pertenecen a la cohorte Astigmatina (=Astigmata) (Arlian, 1989; Ree *et al.*, 1997; Boquete *et al.*, 2006; Meza *et al.*, 2008). Dentro de este grupo, los miembros de la familia Pyroglyphidae (“ácaros del polvo doméstico”) y de las superfamilias Acaroidea y Glycyphagoidea (“ácaros de almacenamiento”), son los más importantes productores de alérgenos (Arlian, 2002; Arbes *et al.*, 2005).

Hasta la fecha se han reconocido 24 grupos de alérgenos de las principales especies de ácaros domésticos (Fernández-Caldas *et al.*, 2014). Estos alérgenos se encuentran asociados a las partículas fecales o a la cutícula de los ácaros. Según Puerta *et al.* (2008), un ácaro de aproximadamente 20 μm de diámetro, puede producir, en promedio, 20 partículas fecales diariamente. Consecuentemente, partículas fecales y ácaros muertos se acumulan en el polvo dentro de las casas y convirtiéndose en la principal causa de enfermedades alérgicas (Sánchez-Borges *et al.*, 2017).

En Panamá se han realizado pocos estudios con ácaros domésticos (Miranda *et al.*, 2002; Dutary & Murgas, 2014), por lo que el objetivo de este trabajo fue generar información sobre la diversidad de estos microartropodos en recámaras de casas en dos distritos de la provincia de Chiriquí.

MATERIALES Y MÉTODOS

Áreas de estudio

El presente estudio se realizó en los distritos de David y Boquete en la

provincia de Chiriquí (Fig.1). David es el distrito cabecero de la provincia de Chiriquí, ubicado en una planicie costera; comprende un área de 868.4 km²; la temperatura varía entre 20.5 y 37.4°C con un promedio de 27.7°C, y la humedad va desde 27 hasta 98.9%, con un promedio de 77.4% (ETESA, 2018). Contiene una población de 144,858 habitantes (INEC, 2018); el sector de servicios públicos y privados y la industria constituyen sus principales actividades económicas.



Fig. 1 Mapa con ubicación de los distritos de David y Boquete, provincia de Chiriquí, Panamá

Por su parte, Boquete se localiza en la Cordillera de Talamanca, con una altura promedio de 800 metros sobre el nivel del mar; comprende un área de 488.4 km²; presenta temperaturas que van de 11.6 a 28.9°C, con un promedio de 20.4°C, y la humedad oscila entre 41 y 100%, con un promedio de 85% (ETESA, 2018). Alberga una población de 22,435 habitantes. Las principales actividades económicas están relacionadas al cultivo de café y flores, y el ecoturismo (INEC, 2018).

Muestreos

Se realizaron tres muestreos, uno en mayo, uno en agosto y otro en noviembre de 2014. Se escogieron 15 casas en cada distrito, las que contaron con el consentimiento voluntario de participación por parte de los propietarios. Para evitar alterar el microhábitat, cada visita era informada a los participantes con una semana de anticipación.

Para la toma de muestra se delimitó un área de 1 m² debajo de la cama. El polvo en esta área se colectó utilizando una brocha de dos pulgadas y una lámina de acetato, y se depositó dentro de una bolsa plástica, la cual era etiquetada por fecha, número de identificación de la casa, registro de temperatura y humedad. Estos registros de temperatura y humedad eran medidos en el espacio barrido y al momento de la toma de muestra. Para evitar que los ácaros se depredaran entre sí, las bolsas plásticas se colocaban en una hielera con hielo, para luego ser transportadas a las instalaciones del laboratorio del Museo de Peces de Agua Dulce e Invertebrados (MUPADI), en la Universidad Autónoma de Chiriquí.

En el laboratorio se tomó una alicuota de 0.1 g de polvo de cada muestra y se le aplicó la técnica de flotación descrita por Hart y Fain (1987). Luego se procedió a revisar bajo el estereoscopio y a separar los ácaros en viales. Posteriormente se realizó el montaje en placas, usando medio Hoyer. Una vez realizado el montaje se procedió a colocar las placas al horno por un periodo de 24 horas a 45°C para su secado y sellado con barniz poliuretano.

Inicialmente los ácaros se separaron por orden y familia utilizando el criterio taxonómico y claves presentes en Krantz & Walter (2009); posteriormente las identificaciones a géneros y especies se realizaron con claves y literatura especializada: Astigmatina (Colloff, 2009; Fain & Lowry, 1974; Fain & Philips, 1978), Mesostigmata (Chant & Baker, 1965; Guimaraes *et al.*, 2001; Britto *et al.*, 2012), Ixodida (Walker *et al.*, 2000) y Trombidiformes (Gerson *et al.* 1999; Bochkov & Fain, 2001; Fain & Bochkov, 2001).

Se utilizó la aplicación Excel de Micorsoft Office para organizar los datos y para hacer los cálculos de densidad de ácaros por gramo de muestra de polvo; abundancia relativa de las especies encontradas y para determinar el porcentaje de aparición de cada especie en las muestras revisadas. Adicionalmente se utilizó el paquete estadístico PAST versión 2.17 (Hammer *et al.*, 2001) para calcular el índice de dominancia de Simpson (D) y el coeficiente de similitud cuantitativo de Bray-Curtis.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se recolectaron 85 muestras de polvo, de las cuales se obtuvieron 1137 ácaros. Para Boquete, el muestreo de noviembre registró el mayor número de ácaros con 453 individuos, en agosto se recuperaron 188 y en el muestreo de mayo, 254. En las casas de David el mayor número de ácaros se obtuvo en el muestreo de agosto (130 individuos), seguido por noviembre (68 individuos) y la menor cantidad se obtuvo en mayo (44 individuos). En las casas de David la densidad promedio fue de 65 ácaros/gramo de polvo, con un rango de 0 a 600 (Tabla 1), mientras que, en las casas de Boquete la densidad varió desde 0 a 1850, con un promedio de 228 ácaros/gramo de polvo (Tabla 2).

Tabla 1. Densidad de ácaros/g. de polvo en las casas del distrito de David. NA=muestras no tomadas

ID	Gira 1	Gira 2	Gira 3	Promedio
1	0	0	0	0
2	20	460	0	160
3	150	0	50	67
4	10	60	30	33
5	10	50	100	53
6	70	600	50	240
7	250	70	10	110
8	80	60	0	47
9	10	20	0	10
10	60	110	63	78
11	30	120	60	70
12	20	75	NA	48
13	20	120	0	47
14	20	20	0	13
15	0	20	0	7
Promedio	50	119	26	65

Tabla 2. Densidad de ácaros/g. de polvo en las casas del distrito de Boquete. NA=muestras no tomadas

ID	Gira 1	Gira 2	Gira 3	Promedio
1	650	440	10	367
2	1130	60	0	397
3	1250	1680	1850	1593
4	50	33	0	28
5	170	10	NA	90
6	172	100	0	91
7	690	60	100	283
8	220	110	260	197
9	615	10	0	208
10	60	0	10	23
11	0	0	0	0
12	0	NA	NA	0
13	140	0	NA	70
14	0	30	0	10
15	125	10	NA	68
Promedio	351	182	203	228

Se identificaron 26 morfoespecies de ácaros, pertenecientes 17 familias y 22 géneros; 14 de estas morfoespecies se pudieron identificar a nivel de especie y 4 hasta género (Tabla 3). La riqueza de especies en el distrito de David fue de 17 morfoespecies, mientras que en el distrito de Boquete se encontraron 22. Tomando en cuenta ambos sitios, se encontraron 11 morfoespecies de Sarcoptiformes, 5 Trombidiformes, 9 Mesostigmata y un Ixodida.

Los valores del índice de dominancia de Simpson fueron bajos, tanto para Boquete ($D= 0.2177$) como para David ($D=0.1458$). Estos valores nos dicen que la probabilidad de que dos individuos escogidos al azar pertenezcan a una misma especie es muy baja en ambos sitios.

Tabla 3. Porcentaje de abundancia relativa de ácaros del polvo por especies recolectadas en casas de los distritos de David y Boquete

Orden	Suborden	Familia	Especie	David	Boquete	Total	
Sarcoptiformes	Oribatida	Aeroglyphidae	<i>Glycycometus malaysiensis</i>	3.3	6.9	6.16	
		(Astigmatina)	Acaridae	<i>Tyrophagus putrescentiae</i>	1.7	0.5	0.7
			Chortoglyphidae	<i>Chortoglyphus arcuatus</i>	0	3.7	2.9
			Echimyopodidae	<i>Blomia tropicalis</i>	3.3	11.3	9.59
			Pyroglyphidae	<i>Dermatophagoides pteromyssinus</i>	14.9	35.6	31.22
				<i>Euroglyphus maynei</i>	0	0.1	0.09
			Suidasidae	<i>Tortonia</i> sp.	0	9.2	7.21
		<i>Suidasia pontifica</i>		0	1.6	1.23	
		Oribatida	Cosmochthoniidae	<i>Cosmochthonius reticulatus</i>	5	1.5	2.2
			No identificada	morfoespecie 1	0	0.3	0.26
			No identificada	morfoespecie 2	1.7	0	0.35
	Trombidiformes	Prostigmata	Bdellidae	<i>Spinibdella bifurcata</i>	1.7	0.3	0.62
Cheyletidae			<i>Cheyletus maiaccensis</i>	9.9	25	21.81	
			<i>Grallacheles bakeri</i>	5	0.3	1.32	
			Tetranychidae	<i>Tetranychus</i> sp.	0	0.2	0.18
	Pterygosomatidae	morfoespecie 3	0.8	0	0.18		
Mesostigmata	Monogynaspidi	Blattisociidae	<i>Blattisocius</i> sp.	1.7	0.6	0.79	
				<i>Blattisocius dendriticus</i>	0	0.2	0.18
		Hirstionyssidae	<i>Hirstionyssus</i> sp.	0	0.1	0.09	
				morfoespecie 4	0.8	0	0.18
		Laelapidae	<i>Androlaelaps</i> sp.	1.7	0.2	0.53	
		Mauronyssidae	morfoespecie 5	0	1.2	0.97	
		Phytoseiidae	<i>Amblyseius elongatus</i>	0.8	0.1	0.26	
			<i>Typhlodromus transvaalensis</i>	29.8	0.8	6.95	
	morfoespecie 6		8.3	0	1.76		
Ixodida	Ixodidae	<i>Rhipicephalus sanguineus</i>	9.9	0.2	2.29		
Total				100	100	100	

La comparación entre las comunidades de ácaros de los dos sitios mediante el índice de Bray-Curtis reflejó una baja similitud (0.20053). Este índice toma en cuenta el aporte de individuos de las morfoespecies en común, y tiene un rango que va de 0 a 1, y se entiende que un valor de 1 significa que los dos sitios tienen la misma composición de especies, y valores que tiendan a 0 representan más diferencias en la composición de especies.

Los ácaros Sarcoptiformes encontrados en este estudio pertenecen al suborden Oribatida, 9 especies de la cohorte Astigmatina y tres de otros grupos. Todas estas especies de Astigmatina son saprófagas (incluye dermatófagos) y la mayoría son reconocidas por ser productoras de potentes alérgenos, excepto *Tortonia* sp., que es un género de Suidasiidae asociado a nidos de himenópteros (Fain *et al.*, 1992). La abundancia relativa de las especies de Astigmatina para David fue de 23.2% y 68.9% para Boquete.

El ácaro Pyroglyphidae *Dermatophagoides pteronyssinus* Trouessart, 1897 fue la especie más abundante en las casas de Boquete, y la segunda en David, superada por un ácaro de hábito depredador, *Typhlodromus transvaalensis* (Nesbitt, 1951), aunque *D. pteronyssinus* lo supera en frecuencia de aparición en las muestras (Tabla 4). Cabe destacar el hallazgo de *Euroglyphus maynei* (Cooreman, 1950) en muestras de polvo doméstico de Boquete, lo que constituye el primer reporte para Panamá de esta especie de importancia en alergología (Colloff, 1991). El género *Dermatophagoides* incluye a las especies de ácaros domésticos más estudiados (Arlian & Veselica, 1981; Ho & Nadchatram, 1984; Arlian, 1989, 1992; Yella *et al.*, 2011). *Dermatophagoides farinae* Hughes, 1961 y *D. pteronyssinus* son las especies más conocidas y frecuentemente reportadas en polvo dentro de las casas; sin embargo, en Panamá no se ha reportado la presencia de *D. farinae*, y en su lugar se ha encontrado *Dermatophagoides siboney* Dusbábek, Cuervo & De la Cruz, 1982 (Miranda *et al.*, 2002; Dutary & Murgas, 2014) especie descrita originalmente de polvo doméstico en Cuba (Dusbábek *et al.*, 1982).

Otras especies de Astigmatina encontradas en bajas cantidades fueron: *Tyrophagus putrescentiae* (Schrank, 1781), *Glycycometus malaysiensis*

(Fain & Nadchatram, 1980) y *Chortoglyphus arcuatus* (Troupeau, 1879). Estas especies son plagas en productos almacenados y provocan grandes pérdidas económicas a las industrias de granos (Zhang, 2003); son capaces de provocar alergias en personas que trabajan en esos lugares. En el caso de *T. putrescentiae*, también ha sido responsable de casos de alergias en personas que han consumido alimentos contaminados con ácaros (Matsumoto *et al.*, 1996).

Tabla 4. Frecuencia de aparición de las especies de ácaros en las muestras revisadas en casas de los distritos de David y Boquete

Familia	Especie	David (n=44)	Boquete (n=41)
Aeroglyphidae	<i>Glycycomis malaysiensis</i>	15.9	24.4
Acaridae	<i>Tyrophagus putrescentiae</i>	9.1	9.8
Chortoglyphidae	<i>Chortoglyphus arcuatus</i>	0.0	14.6
Echimyopodidae	<i>Blomia tropicalis</i>	9.1	43.9
	<i>Dermatophagoides</i>		
Pyroglyphidae	<i>pteronyssinus</i>	27.3	39.0
	<i>Euroglyphus maynei</i>	0.0	2.4
Suidasiidae	<i>Tortonia</i> sp.	0.0	7.3
	<i>Suidasia pontifica</i>	0.0	14.6
Cosmochthoniidae	<i>Cosmochthonius reticulatus</i>	15.9	24.4
No identificada	morfoespecie 1	0.0	7.3
No identificada	morfoespecie 2	9.1	0.0
Bdellidae	<i>Spinibdella bifurcata</i>	9.1	7.3
Cheyletidae	<i>Cheyletus malaccensis</i>	25.0	36.6
	<i>Grallacheles bakeri</i>	20.5	7.3
Tetranychidae	<i>Tetranychus</i> sp.	0.0	2.4
Pterygosomatidae	morfoespecie 3	4.5	0.0
Blattisocidae	<i>Blattisocius</i> sp.	4.5	14.6
	<i>Blattisocius dendriticus</i>	0.0	4.9
Hirstionyssidae	<i>Hirstionyssus</i> sp.	4.5	9.8
	morfoespecie 4	0.0	0.0
Laelapidae	<i>Androlaelaps</i> sp.	9.1	2.4
Macronyssidae	morfoespecie 5	0.0	17.1
Phytoseiidae	<i>Amblyseius elongatus</i>	4.5	2.4
	<i>Typhlodromus</i>		
	<i>transvaalensis</i>	22.7	9.8
	morfoespecie 6	13.6	0.0
Ixodidae	<i>Rhipicephalus sanguineus</i>	11.4	4.9

Un aspecto que resalta en nuestros muestreos es los bajos conteos de los ácaros de almacenamiento *Blomia tropicalis* Bronwijk, Cock & Oshima, 1973 y de *Suidasia pontifica* Oudemans, 1905, principalmente en las casas de David. Ambas especies han sido reportadas como abundantes dentro de casas en otros estudios realizados en Panamá (Miranda *et al.*, 2002; Dutary & Murgas, 2014). *Blomia tropicalis* es una de las principales causas de sensibilización y alergias en países con climas tropicales y sub-tropicales (Arlan *et al.*, 1993). Por su parte *S. pontifica* es una especie altamente alergénica (Mariana *et al.*, 2000), común en el polvo de las casas y en almacenes de cereales y graneros (Mariana *et al.*, 2010); se le ha encontrado contaminando leche en polvo (Ho, 1996) y ha sido asociada a casos de anafilaxia por consumo de alimentos contaminados con ácaros en Panamá (Barrera *et al.*, 2015).

Es importante destacar que en las casas de David las familias Phytoseiidae y Blattisociidae, representaron más del 40% del total de los individuos colectados, contrastante con el 1.7% para este mismo grupo en Boquete y otros estudios similares realizados en Panamá, Costa Rica y Colombia (Vargas & Mairena, 1991; Meza *et al.*, 2008). Phytoseiidae incluye a los ácaros depredadores más comunes en plantas (Chant & Baker, 1965), así como Blattisociidae lo es para ambientes en donde se guardan alimentos secos (Britto *et al.*, 2012).

Es posible que el alto porcentaje de ácaros depredadores del orden Mesostigmata y el bajo porcentaje de abundancia de los Astigmatina, principalmente Glycyphagoidea y Acaroidea, pueda deberse al uso de acondicionadores de aire en varias casas del distrito de David. El rango de temperatura en las casas de David fue 26.5 a 34.6 °C y en Boquete de 25 a 29.8 °C. Las lecturas de humedad relativa dentro de las casas en David oscilaron entre 50 y 87% y en Boquete entre 50 y 73% (Tablas 5 y 6). La disminución en la humedad también afecta el crecimiento de hongos, y de esta manera se afecta a los ácaros de almacenamiento, los cuales mantienen una estrecha relación con hongos (Van Asselt, 1999).

El orden Trombidiformes estuvo representado principalmente por ácaros depredadores de las familias Cheyletidae y Bdellidae, los cuales

se alimentan de otros ácaros, y que suelen ser usados control biológico de plagas en cultivos o almacenajes (Gerson *et al.*, 1999; Zhang, 2003). *Cheyletus malaccensis* Oudemans, 1903, fue el depredador más abundante en Boquete y fue el tercero más prolífico en las casas de David. La abundancia relativa de la familia Cheyletidae de forma global (Boquete + David= 21.18%) resulta similar a lo registrado en casas del distrito de La Chorrera (Panamá), pero con una menor riqueza de especies (Miranda *et al.*, 2002).

Ácaros parásitos de geos (Pterygosomatidae), de roedores (Laelapidae, Hirstionyssidae, Macronyssidae) y de perros (Ixodidae) fueron encontrados en las muestras. El porcentaje de ácaros parásitos fue más alto en David (13,2%) que en Boquete (1,7%), y muy superior a lo encontrado en La Chorrera por Miranda *et al.* (2002). La principal especie parásita encontrada fue la garrapata *Rhipicephalus sanguineus s.l.*. Este complejo de especies tiene una amplia distribución en regiones tropicales y subtropicales, las cuales pueden mantener fases fuera de sus hospederos en paredes internas y externas de las casas (Walker *et al.*, 2000). A pesar de que este complejo de especies parasita principalmente perros, los humanos son hospederos alternativos, existiendo el riesgo de transmisión de patógenos. *Rhipicephalus sanguineus s.l.* ha sido previamente reportada para David y Boquete (Bermúdez & Miranda 2011) y su importancia en la transmisión de un caso fatal de fiebre manchada por *Rickettsia rickettsii* fue recientemente descrita en un área urbana de Ciudad de Panamá (Martínez *et al.*, 2018).

Tabla 5. Registros de temperatura y humedad relativa en casas del Distrito de David

ID	Temperatura (°C)		Humedad relativa (%)	
	min-max	promedio	min-max	promedio
1	28-29.4	28.83	73-78	76.33
2	28.9-30.6	29.50	75-77	76.33
3	30-31.5	30.90	61-72	66.00
4	30.1-30.9	30.63	70-72	70.67
5	31-33.7	32.47	63-69	66.00
6	30-32.2	31.40	61-67	64.67
7	30.1-32.4	31.07	64-67	65.67
8	30.7-31.2	30.90	67-71	69.67
9	29.5-30.8	30.07	66-72	69.67
10	29.4-30.6	30.20	60-70	66.67
11	29.6-34.6	31.73	50-67	58.33
12	30.6-34.1	32.35	62-68	65.00
13	30-31.7	30.83	60-69	65.67
14	29-31.3	30.20	68-76	71.00
15	26.5-30	27.87	74-87	82.33

Tabla 6. Registros de temperatura y humedad relativa en casas del Distrito de Boquete

	Temperatura (°C)		Humedad relativa (%)	
	min. -max.	promedio	min. -max	promedio
1	25.5-26.7	26.07	56-58	57.00
2	25.5-26.4	25.90	58-59	58.33
3	25-26.8	25.67	57-61	59.33
4	25.5-27.5	26.27	56-63	59.67
5	25.8-27.4	26.60	56-62	59.00
6	25.6-26.5	26.00	55-68	60.67
7	27.5-28.1	27.77	54-63	59.67
8	25.4-28.4	26.70	54-62	58.00
9	25.3-28.4	27.33	52-61	55.33
10	25.4-27.9	26.70	56-62	59.33
11	25.8-29.8	27.50	57-64	61.00
12	27.7-27.7	27.70	67-67	67.00
13	27.2-27.2	27.20	57-73	65.00
14	27.7-28.8	28.27	50-60	56.00
15	26-28	27.00	56-50	57.50

CONCLUSIONES

Las casas de Boquete presentaron valores superiores a las de David en cuanto a riqueza de especies y densidad de ácaros por gramo de polvo. La abundancia relativa de las especies de ácaros Astigmatina también fue superior en las casas de Boquete.

La especie más abundante en casas de Boquete lo fue el ácaro *D. pteromyssinus*, una de las principales especies causantes de alergias en el mundo. En las casas de David, el ácaro depredador *T. transvaalensis* fue el más abundante, aunque su frecuencia de aparición en las muestras estuvo por debajo de otras especies.

Al comparar las comunidades de ácaros entre casas de los dos distritos, se encontró una baja similitud y tampoco se encontró presencia de especies dominantes.

AGRADECIMIENTOS

Nuestro agradecimiento a todas las personas que participaron en este estudio. Al Dr. Juan Bernal, director del Museo de Peces de Agua Dulce e Invertebrados de la Universidad Autónoma de Chiriquí. A Sergio Bermúdez por sus comentarios durante la elaboración de este escrito. A Sahir Dutary y a Dennisse Murgas por el apoyo brindado en periodo de capacitación en la identificación de ácaros domésticos. Al Ministerio de Economía y Finanzas de la República de Panamá por los fondos utilizados para esta investigación: "Estudio de la comunidad de ácaros del polvo doméstico en la República de Panamá", Código SINIP 009044.043.

REFERENCIAS

Arbes, S.J., Gergen, P.J., Elliott, L. & D.C. Zeldin. 2005. Prevalences of positive skin test responses to 10 common allergens in the US population: results from the third National Health and Nutrition Examination Survey. *J. Allergy. Clin. Immunol.* 116: 377–383.

Arlian, L. G., & M. M. Veselica. 1981. Reevaluation of the humidity

requirements of the house dust mite *Dermatophagoides pteronyssinus* (Acari: Pyroglyphidae). *J. Med. Entomol.* 18: 351-352.

Arlian, L. 1989. Biology and ecology of house dust mites. *Dermatophagoides* spp. and *Euroglyphus* spp. *Immunol. Allergy Clin. Am.*, 9(2): 339-356.

Arlian, L. 1992. Water balance and humidity requirements of house dust mites. *Exp. Appl. Acarol.*, 16: 15-35.

Arlian, L. G., D. Vyszynski-Moher & E. Fernandez Caldas. 1993. Allergenicity of the mite, *Blomia tropicalis*. *J. Allergy Clin. Immunol.* 91(5): 1042-1050.

Arlian, L. 2002. Arthropod allergens and human health. *Annu. Rev. Entomol.*, 47: 395-433.

Barrera, O., Murgas, I., Bermúdez, S. & R. Miranda. 2015. Anafilaxia oral por ingestión de alimentos contaminados con ácaros en ciudad de Panamá. *Rev. Alergia México.* 62: 112-117.

Bermúdez C., S. & R. Miranda. 2011. Distribution of ectoparasites of *Canis lupus familiaris* L. (Carnivora: Canidae) from Panama. *Rev. MVZ Córdoba.* 16 (1): 2274-2282.

Bochkov, A. V. & A. Fain. 2001. Phylogeny and system of the Cheyletidae (Acari: Prostigmata) with the special reference to their host-parasite associations. *Bull. Inst. r. Sci. Nat. Belg.*, 71: 5-36.

Boquete, M., Iraola, V., Fernández-Caldas, E., Arenas, L., Carballada, F., Gonzales de La Cuesta, C., López-Rico M., Núñez, R., Parra, A., Soto-Mera, M., Varela, S. & C. Vidal. 2006. House dust mite species and allergen levels in Galicia, Spain: a cross sectional, multicenter, comparative study. *J. Investing. Allergol. Clin. Immunol.* 16(3): 169-179.

Britto, E. P. J., P. C. Lopes & G. J. De Moraes. 2012. *Blattisocius* (Acari, Blattisociidae) species from Brazil, with description of a new species, redescription of *Blattisocius keegani* and a key for the separation of the world species of the genus. *Zootaxa.* 3479: 33-51.

Chant, D.A. & E. W. Baker. 1965. The Phytoseiidae (Acarina) of Central America. Mem. Entomol. Soc. Can., 41: 1-56.

Chapman, A.D. 2009. Numbers of Living Species in Australia and the World. 2nd edition. Canberra: Australian Biological Resources Study. 84pp.

Colloff, M.J. 1991. A review of biology and allergenicity of the house dust mite *Euroglyphus maynei* (Acari: Pyroglyphidae). Exp. App. Acarol., 11: 177-198.

Colloff, M. J. 2009. Dust mites. CSIRO Publishing. Australia. 1-600.

Dutary, S. & D. Murgas. 2014. Diversidad de ácaros (Arachnida: Acari) en habitaciones de personas alérgicas en Ciudad de Panamá, Panamá. Tesis de licenciatura, Escuela de Biología, Facultad de Ciencias Naturales, Exactas y Tecnología, Universidad de Panamá: 91 pp.

ETESA Dirección de Hidrometeorología.
http://www.hidromet.com.pa/clima_historicos.php. Consultado en septiembre 2018.

Fain, A., Baugnée, J. Y., Hidvegi, F. 1992. Acariens phorétiques ou parasites récoltés sur der Hyménoptères et un Homoptère dans la région de Treignes, en Belgique. Bull. Annl. Soc. r. belge Ent., 128: 335-338.

Fain, A. & J. W. J. Lowry. 1974. A new genus and two new species of Glycyphaginae from Australia. Bull. Annl. Soc. r. belge Ent., 110:215-224

Fain, A. & R. J. Philips, 1978. Notes on the genus *Suidasia* Oudemans, 1905 with descriptions of a new species from Australia (Acari: Astigmata: Saprogllyphidae). Intl. J. Acarol., 4 (2): 115-123.

Fain, A. & A. V. Bochkov 2001. A review of the genus *Cheyletus* Latreille, 1776 (Acari: Cheyletidae). Bull. Inst. r. Sci. Nat. Belg., 71:83-114.

Fernández-Caldas, L. Puerta & L. Caraballo. 2014. Mites and Allergy Bergmann K-C, Ring J (Eds): History of Allergy. Chem. Immunol Allergy. Basel, Karger, vol. 100: 234–242.

Gerson, U., Fain, A. & L. Smiley. 1999. Further observations on the Cheyletidae (Acari), with a key to the genera of Cheyletinae and a list of all know species in the family. Bull. Inst. r. Sci. Nat. Belg., 69: 35-86.

Guimaraes, J., A. Tucci, & D. Barros-Battesti. 2001. Ectoparasitos de importancia veterinaria. FAPESP. Brasil. 215pp.

Hammer, Ø., D.A.T. Harper, & P. D. Ryan. 2001. PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. Paleontologia Electrónica 4(1): 229pp.

Hart, B. J., & A. Fain. 1987. New technique for isolation of mites exploiting the difference in density between ethanol and saturated NaCl: Qualitative and quantitative studies. Acarologia. 28 (3): 251-263.

Ho, T. 1996. First report of *Suidasia pontifica* (Acari: Acaridae) in milk powder. Southeast Asian J. Trop. Med. Public Health, 27(4): 853-85.

Ho, T.M. & M. Nadchatram. 1984. Life-cycle and longevity of *Dermatophagoides pteronyssinus*, Trouessart (Acarina: Astigmata: Pyroglyphidae) in a tropical laboratory. Tropical Biomedicine, 1: 159–162.

Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, Contraloría General de la República de Panamá. Algunas características importantes de las viviendas particulares ocupadas y de la población de la república, por provincia, distrito, corregimiento y lugar poblado. <http://www.contraloria.gob.pa/inec>. Consultado el 20/septiembre/2018.

Krantz, G.W. & D. E. Walter. 2009. A manual of acarology. Third Edition. Texas Tech University Press. Pág: 1-807

Mariana, A., Ho, T., Genden, B., Iskandar, H. & M. Zainuddin-Taid. 2000. First report on sensitization to allergens of a house dust mite, *Suidasia pontifica* (Acari: sargrogllyphidae). Southeast Asian J. Trop. Med. Public Health, 31 (4): 722-723.

Mariana, A., S. K. Heah, A. L. Wong & T. M. Ho. 2010. The occurrence of arthropods in processed rice products in Malaysia. Asian Pac. J. Trop. Med., 2010: 552-554.

Martinez-Caballero, A., B. Moreno, C. González, G. Martinez, M. Adames, J. V. Pachar, J. B. Varela-Petrucci, J. Martinez-Mandiche, J. A. Suárez, L. Dominguez, Y. Zaldivar & S. Bermúdez. 2018. Descriptions of two new cases of Rocky Mountain spotted fever in Panama, and coincident infection with *Rickettsia rickettsii* in *Rhipicephalus sanguineus s.l.* in an urban locality of Panama City, Panama. Epidemiol Infect., 146 (7):875-878.

Matsumoto, T., Hisano, T., Hamaguchi, M. & T. Miike. 1996. Systemic Anaphylaxis after eating storage mite contaminated food. Int. Arch. Allergy Immunol., 109: 197-200.

Meza, J., Mendoza, D. & D. Mercado. 2008. Identificación de ácaros del polvo casero en colchones y almohadas de niños alérgicos de Santa Marta, Colombia. Duazary, 5(1): 24-30.

Miranda, R., Quintero, D. & A. Almanza. 2002. House dust mites from urban and rural houses on the lowland Pacific slopes of Panama. Syst. Appl. Acarol., 7: 23-30.

Nadchatram, M. 2005. House dust mites, our intimate associates. Tropical Biomedicine. 22(1): 23-37.

Puerta, L., Fernández-Caldas, E. & L. Caraballo. 2008. Ácaros domésticos. En: Asma, García, E. & L. Caraballo (Eds.). Editorial Medica Internacional LTDA Bogotá, Colombia. 123 -132.

Ree, H., Jeon, S., Lee, I., Hong, C. & D. Lee. 1997. Fauna and geographical distribution of house dust mites in Korea. Korean J. Parasitol., 35 (1): 9-17.

Sánchez-Borges, M., E. Fernández-Caldas, W. R. Thomas, M. D. Chapman, B. W. Lee, L. Caraballo *et al.* 2017. International consensus (ICON) on: clinical consequences of mite hypersensitivity, a global problem. *World Allergy Organ. J.*, 10, 14: 1-26. DOI 10.1186/s40413-017-0145-4

Van Asselt, L. 1999. Interactions between domestic mites and fungi. *Indoor Built Environ.*, 8: 216-220.

Vargas, M. & H. Mairena. 1991. House dust mites from the metropolitan area of San Jose, Costa Rica. *Intl. J. Acarol.*, 17(2): 141-144.

Walker, J., Keirans, J. & L. Horak. 2000. The genus *Rhipicephalus* (Acari, Ixodidae): A guide to the Brown ticks of the world. Press syndicate of the University of Cambridge. 1-643.

Yella, L., M. Morgan & L. G. Arlian. 2011. Population growth and allergen accumulation of *Dermatophagoides pteronyssinus* cultured at 20 and 25 °C. *Exp. Appl. Acarol.*, 60:103–119.

Zhang, Z. 2003. Mites of greenhouses. CABI publishing. CAB International. London, UK. (1)1-256.

Zhang, Z. 2011. Phylum Arthropoda von Siebold, 1848. *En, Animal biodiversity: an outline of higher-level classification and survey of taxonomic richness*, Z. Q. Zhang (Ed.). *Zootaxa* (Special issue), 3148: 99-103.

Recibido 24 de mayo de 2018, aceptado 20 de junio de 2018.