

**Determinación por morfometría geométrica de  
*Varroa* sp. (Acari: Varroidae) ectoparásito de  
*Apis mellifera* L., costa norte del Perú, 2018**

**Determination of the geometric morphometry of  
*Varroa* sp. (Acari: Varroidae) ectoparasite of *Apis  
mellifera* L., north coast of Peru, 2018**

***Alejandra Paola Díaz Avalos***

Laboratorio de Zoología, Facultad de Ciencias Biológicas  
Universidad Nacional de Trujillo, Trujillo, Perú  
<https://orcid.org/0000-0001-6911-3327>

***Luis Andres Leiva Chimbor***

Laboratorio de Zoología, Facultad de Ciencias Biológicas  
Universidad Nacional de Trujillo, Trujillo, Perú  
<https://orcid.org/0000-0002-2847-9178>

***Roberto Rodriguez Rodriguez***

Laboratorio de Zoología, Facultad de Ciencias Biológicas  
Universidad Nacional de Trujillo, Trujillo, Perú  
<https://orcid.org/0000-0003-1557-3621>

***Carlos Alberto Hurtado Mendoza***

Laboratorio de Zoología, Facultad de Ciencias Biológicas  
Universidad Nacional de Trujillo, Trujillo, Perú  
<https://orcid.org/0000-0002-7328-8119>

***Juan Carlos Rodríguez Soto***

Laboratorio de Citometría, Facultad de Ciencias Biológicas  
Universidad Nacional de Trujillo, Trujillo, Perú  
<https://orcid.org/0000-0002-8166-8859>

***Luis Enrique Díaz Pretell***

Unidad de Investigación, Colmenas Alborada, Cascas, PERÚ.  
<https://orcid.org/0000-0002-7210-9094>

## Resumen

La abeja *Apis mellifera* L. es la especie más empleada en la producción de miel, polinización de cultivos y derivados; sin embargo, tiene un enemigo latente, que siempre pone en riesgo la producción y salud apícola que es *Varroa* sp. (Acari: Varroidae) que constituye el ectoparásito más importante de las abejas en el mundo. En el Perú, son pocos los trabajos realizados para determinar fehacientemente la especie de *Varroa* presente, lo cual resulta una necesidad para la toma de decisiones pertinentes en su control. Por tal motivo la presente investigación buscó determinar la especie de *Varroa* mediante la técnica de morfometría geométrica. Se colectó especímenes en apiarios de Tumbes, Piura, Lambayeque y La Libertad. Posteriormente se montaron y fotografiaron 510 especímenes de *Varroa* sp. digitalizándose ocho Puntos Anatómicos de Referencia (PAR) en la superficie ventral del ácaro. Con los datos obtenidos se realizó el Análisis Generalizado de Procrustes (AGP), Análisis de Componentes Principales (ACP), Análisis de Variables Canónicas (AVC) y Análisis de Rejilla de Deformación, verificando la significancia de estos mediante el análisis de Cluster y de Kruskal-Wallis, lo que determinó que todas las poblaciones de ácaros presentes en el norte del Perú pertenecen a una sola especie. Posteriormente se procedió a evaluar dimensiones del idiosoma de los ácaros, encontrándose promedios largo y ancho de 1,11 mm y 1,70 mm respectivamente lo que corresponde a la especie de *Varroa destructor* Anderson & Trueman (2000).

**Palabras clave:** *Varroa destructor*, *Apis mellifera*, morfometría geométrica, Perú

## Abstract

The *Apis mellifera* L. bee is the most used species in the production of honey, pollination of crops and derivatives; however, it has a latent enemy, which always puts at risk the production and bee health that is *Varroa* sp. (familia) which is the most important ectoparasite of bees in the world. In Peru, few studies have been carried out to reliably determine the species of *Varroa* present, which is a necessity for making decisions relevant to its control. For this reason the present research sought to determine the species of *Varroa* through the technique of geometric morphometry. Specimens were collected in apiaries in Tumbes, Piura, Lambayeque and La Libertad. Later, 510 specimens of *Varroa* sp. were mounted and photographed. Eight Reference Anatomical Points (PAR) were digitized on the ventral surface of the mite. With the obtained data, the Generalized Analysis of Procrustes (AGP), Analysis of Main Components (ACP), Analysis of Canonical Variables (AVC) and Analysis of Deformation Grid were made, verifying the significance of these by means of the analysis of Cluster and Kruskal-Wallis, which determined that all the populations of mites present in the north of Peru belong to a single species. Subsequently, the dimensions of the idiosome of the mites were evaluated, finding average lengths and widths of 1.11 mm and 1.70 mm respectively, which corresponds to the species of *Varroa destructor* Anderson & Trueman (2000).

**Keywords:** *Varroa destructor*, *Apis mellifera*, geometric morphometry, Perú.

**Citación:** Díaz, A.; C. Hurtado; L. Leiva; R. Rodríguez; J. Rodríguez & L. Díaz. 2021. Determinación por Morfometría geométrica de *Varroa* sp. (Acari: Varroidae) ectoparásito de *Apis mellifera* L., costa norte del Perú, 2018. *Arnaldoa* 28(3): 717-726 doi: <http://doi.org/10.22497/arnaldoa.283.28314>

## Introducción

Las abejas han constituido a lo largo de los tiempos una de las especies más importantes debido a su actividad polinizadora. En la actualidad se ha reconocido su importante actividad y ha

sido considerada la especie invaluable en el desarrollo sostenible de la agricultura (FAO, 2019). La apicultura se basa en la crianza de las abejas con fines diversos. Su importancia radica en la polinización de cultivos comerciales que es un proceso esencial para mejorar el rendimiento, la

calidad y cantidad de semillas y frutos (Chautá *et al.*, 2012).

Las colonias de abejas *Apis mellifera* L. se ven amenazadas por diversos agentes patógenos y parásitos. El ácaro específico de la “abeja” es *Varroa*, el mismo que se encuentra presente en toda colmena de cualquier parte del mundo. La Varroasis es uno de los principales problemas en la apicultura a nivel mundial que requiere toda la atención para su control (Carmenate & Botta, 2004), pues si no se desarrolla el manejo adecuado puede ocasionar la disminución poblacional, alteraciones morfológicas y transmisión de enfermedades (Maldonado *et al.*, 2017). El daño provocado por *Varroa* en las abejas consiste en succionar la hemolinfa, además las heridas que causa constituyen un foco de entrada para microorganismos causantes de diversas enfermedades como loque Americana, loque Europea, fungosis y parálisis en abejas adultas. (Maldonado *et al.*, 2017).

Actualmente existen diferentes especies de *Varroa* identificadas en el mundo, *V. jacobsoni* Oudemans es descrita como ectoparasitario de la “abeja” oriental *A. cerana* en Java (Oudemans, 1904), *V. underwoodi* en *A. cerana* en Nepal (Delfinado-Baker & Aggarwal, 1987), *Varroa rindereri* en *A. koschevnikovi* en Borneo (De Guzman & Delfinado-Baker, 1996) y *V. destructor* descrita en la “abeja” oriental *A. cerana* y en *A. mellifera* (Anderson & Trueman, 2000). Cada especie posee particularidades que constituyen puntos importantes para su desarrollo, por lo que es necesario determinar la especie de *Varroa* en cada región para el empleo de las herramientas y metodologías más adecuadas en su control.

En la determinación de especies, los primeros intentos se basaron únicamente

en la morfología externa, principalmente en el color y el tamaño. En la actualidad, son los trabajos descriptivos cuantitativos de la morfometría geométrica del espécimen, los métodos más importantes para esta actividad; así como el uso de técnicas moleculares. La morfometría geométrica analiza la variabilidad de forma de los organismos o de alguna de sus estructuras, considerando el espacio geométrico y empleando métodos estadísticos multivariados (López, 2015).

La morfometría geométrica, se basa en el estudio de los cambios de tamaño y forma a partir del desplazamiento de un conjunto de puntos morfométricos en el plano bidimensional o tridimensional (O’ Higgins & Jones, 2006; Zelditch *et al.*, 2004). La relación espacial en dimensiones de estos puntos se conserva a lo largo de todo el análisis morfométrico, lo que permite reconstruir con tanta precisión como se desee la forma y el tamaño de los objetos estudiados (O’ Higgins & Jones, 2006; Parés, 2014), lo que la convierte en una herramienta **útil** para el análisis poblacional y la clasificación taxonómica mediante el uso de coordenadas cartesianas (Langerhans *et al.*, 2003; Medel *et al.*, 2003; Rohlf & Bookstein, 2003; Ibáñez *et al.*, 2007; Calle *et al.*, 2008).

La morfometría geométrica se ha empleado en la discriminación de especies como *Belminus herreri* (Rocha *et al.*, 2005), *Anopheles* sp. (Calle *et al.*, 2008), *Anopheles calderoni* (Rodríguez *et al.*, 2016); *Demodex canis* (Pereira *et al.*, 2013), *Rhodnius robustus*, *Chrysomya albiceps* y *Chrysomya megacephala* (Matías *et al.*, 2001; Vásquez & Liria, 2012) y especies de *Varroa* sp. presentes en apiarios del valle de los Chillos, Ecuador (Cruz, 2017).

Es necesaria la determinación de la especie de *Varroa* para la adecuación de los protocolos de control de este ectoparásito en poblaciones de "abejas" *A. mellifera*, por lo cual la investigación tuvo por finalidad determinar la especie de *Varroa* presente en los apiarios de la costa norte del Perú a través de la técnica de morfometría geométrica.

## Materiales y Métodos

Se colectaron 510 especímenes del género *Varroa* provenientes de 17 apiarios de la costa norte del Perú, de los Departamentos de Tumbes, Piura, Lambayeque y La Libertad (Fig. 1), debidamente referenciados con GPS Garmin eTrex Vista® HCx y empleando la técnica de azúcar glass (Ritter, 1993; Sokal & Rohlf, 2004). Seguidamente se realizó el montaje en glicerina ERZA (Borror *et al.*, 1989), y la obtención de imágenes 2D fue con ayuda del software DP2-BSW y un estéreomicroscopio de gama alta Olympus SZX16 a un aumento de 35x.

Posteriormente se digitalizaron ocho puntos anatómicos de referencia (PAR) en las placas externas ventrales de los ácaros de las poblaciones de *Varroa* sp. (Rohlf, 2018; Maggi *et al.*, 2009; Cruz, 2017; Dadgostar & Nozari, 2018). Con la información obtenida de las imágenes se procedió al Análisis Generalizado de Procrustes (AGP), Análisis

de Componentes Principales (ACP), Variables Canónicas y Análisis de Rejilla de Deformación para la determinación del número de especies presentes en la muestra colectada, verificando la significancia del proceso a través del análisis de Cluster y de Kruskal-Wallis.

Finalmente la determinación de la especie se basó en la comparación de índices de largo y ancho del idiosoma a través del programa TPSDig, información confirmada más tarde por el Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria (Informe N°101825-2019-AG-SENASA-OCDP-UCDSV).

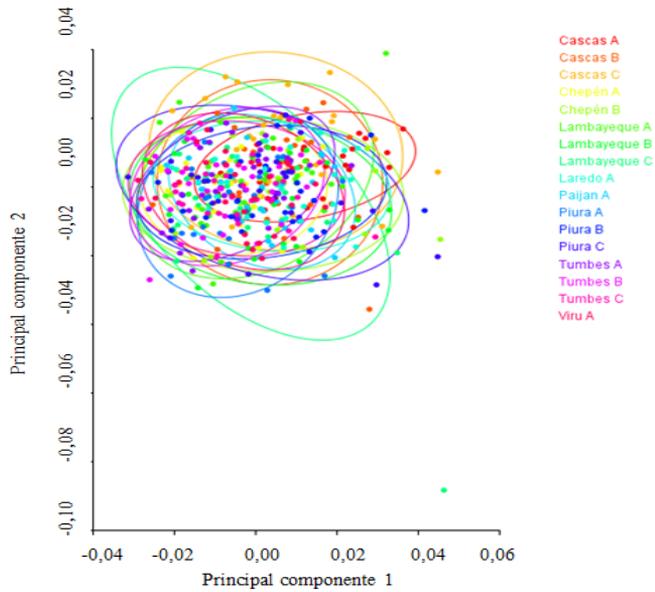


**Fig. 1.** Ubicación geográfica de los puntos de muestreo en apiarios de *Apis mellifera* L. de la costa norte del Perú, 2018. A: Tumbes, B: Piura, C: Lambayeque, D-E-F-G: La Libertad. Número de colmena y ubicación del apiario: TmT, Tumbes; TmSJ, San Juan de la Virgen; TmCL, Cabeza de Lagarto en Pampas de Hospital; PuMe, Medio Piura; PiU, Piura; PuRS, Piura Rio Seco; LmMMM, Manuel María Mesones Muro; LmEb, El badén; LmEZ, El zanjón; Vr, Virú; PiI, Paiján, Inia ; ChP, Pacanguilla; ChT, Talambo; CsC, Cascas; CsL; La ramada; CsS, Singarrán; Lar, Laredo - Catuhay.

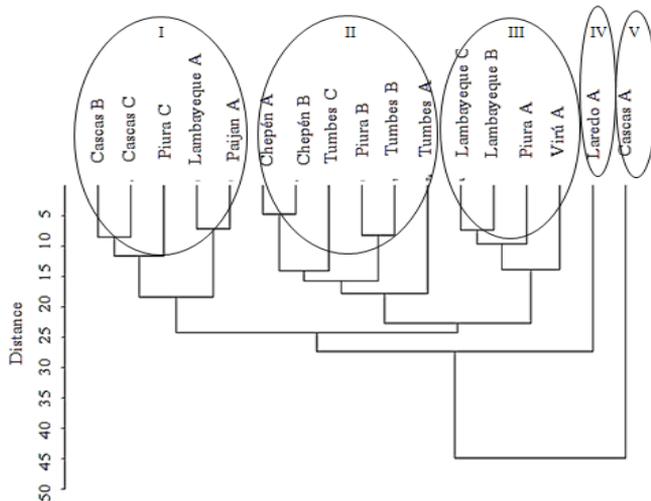
## Resultados y Discusión

En el presente trabajo con la finalidad de determinar la diversidad de especies se realizó el Análisis de Componentes Principales (Fig.2), donde se obtuvo como resultante la presencia de una sola especie de *Varroa* en el norte del Perú. El Análisis de Cluster (Fig.3) reveló la presencia de cinco

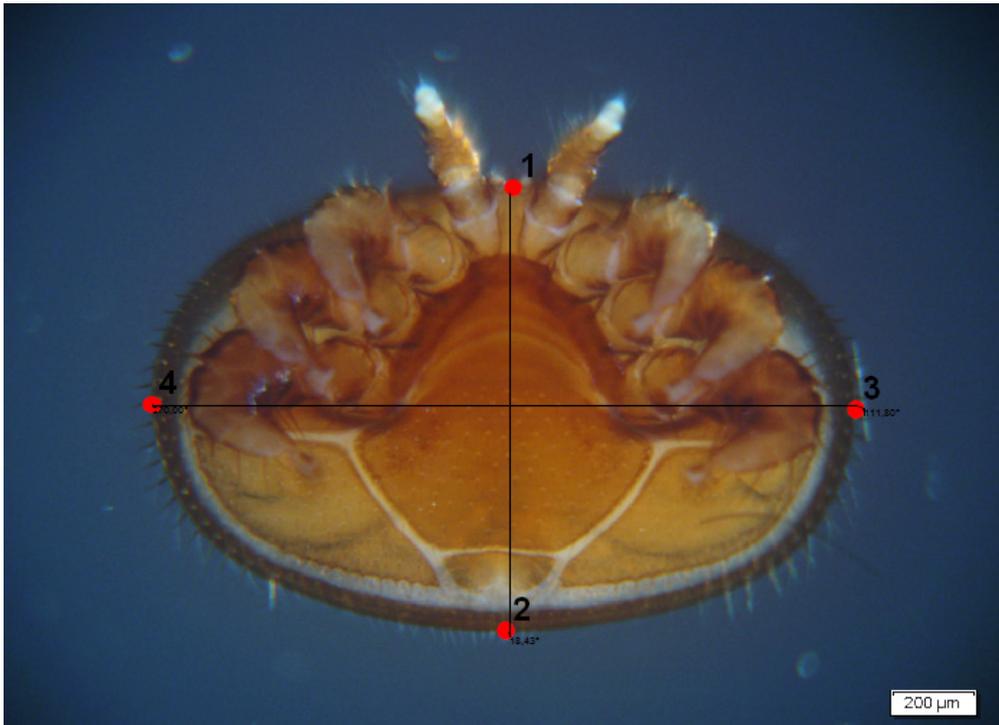
grupos con comportamiento fenotípico similar aún cuando todos pertenecen a la misma especie. Finalmente se procedió a la determinación de la especie a través de la comparación de índices longitudinales del idiosoma de individuos adultos (Fig.4).



**Fig. 2.** Diagrama de dispersión del Análisis de Componentes Principales de las coordenadas cartesianas de ocho Puntos Anatómicos de Referencia (PAR) de la placa metapodal, esternal y anal digitalizados en 510 especímenes de *Varroa* sp. de apiarios de la costa norte del Perú, 2018.



**Fig. 3.** Análisis Cluster mediante algoritmo de similitud del método de análisis de grupos pareados no ponderados (UPGMA) a partir de la distancia Mahalanobis de 510 especímenes de *Varroa* sp. de apiarios de la costa norte del Perú, 2018.



**Fig. 4.** Puntos anatómicos de referencias para obtener las distancias: largo (1-2) y ancho (3-4) del idiosoma de *Varroa* sp. que parasitan a *A. mellifera* en la costa norte del Perú, 2018.

El Análisis de Componentes Principales (Fig.2) a partir de ocho Puntos Anatómicos de Referencia (PAR) en la superficie ventral del ácaro definidos por Análisis Generalizado de Procrustes, reveló una superposición significativa entre todos los individuos de *Varroa* provenientes de diferentes apiarios del norte del Perú (Fig.1). El solapamiento entre los puntos confirman que no hay diferencias en la conformación de los individuos examinados. Siguiendo las metodologías propuestas (Borda & Ramirez, 2014; Dadgostar & Nozari, 2018; Pérez & Zavala, 1993) en base a la superposición de los valores centroides de los 510 especímenes evaluados se define que los ácaros presentes en los diferentes apiarios de la costa norte del Perú pertenecerían a una misma especie.

Estos resultados coincidieron con los obtenidos por Análisis de Variables Canónicas (AVC) y Análisis de Rejilla de Deformación y verificandos más tarde la prueba de Kruskal-Wallis con un  $p \leq 0,05$ , detallando un valor de  $p = 0.002468$ . López (2015) afirma que el análisis de variables canónicas maximiza la separación entre grupos y permite visualizar las diferencias morfológicas entre las poblaciones; sin embargo, las separaciones fueron reducidas, por ello, los especímenes de *Varroa* sp. que parasitan a las colonias de *Apis mellifera* de la costa norte del Perú, serían de la misma especie.

Aún, cuando los ácaros de *Varroa* pertenecen a la misma especie, el Análisis Cluster (Fig. 3) a partir de las distancias de Mahalanobis de los 510 especímenes

confirman la presencia de cinco clados o grupos de *Varroa* en la costa norte del Perú. El clado I incluye los apiarios Piura C, Lambayeque A, Paiján A, Cascas B y Cascas C. El clado II incluye Tumbes A, Tumbes B, Tumbes C, Piura B, Chepén A y Chepén B. El clado III incluye Piura A, Lambayeque B, Lambayeque C y Virú A. El clado IV únicamente incluye a Laredo A y el clado V incluye a Cascas A. Según diferentes estudios (Chávez, 2016; Boudagga *et al.*, 2003; Maggi *et al.*, 2009; Akinwande *et al.*, 2012; Badejo *et al.*, 2013; Aude *et al.*, 2016; Dadgostar & Nozari., 2018), esta agrupación geográficamente interdepartamental se debería a que las zonas son geográficas distantes pero con condiciones climáticas naturales semejantes.

En la Figura 4 haciendo uso de puntos anatómicos de referencia en *Varroa* se encontró longitudes promedios del idiosoma de 1,11 mm de largo y 1,70 mm de ancho, valores correspondientes a la especie *Varroa destructor* (Anderson & Trueman, 2000; Zhang, 2000; Boudagga *et al.*, 2003; Maggi *et al.*, 2009; Kelomey *et al.*, 2016; Cruz, 2017; Loeza *et al.*, 2018).

## Conclusiones

En los apiarios de la costa norte del Perú la especie de ácaro que ectoparasita a *Apis mellifera* L. es *Varroa destructor* Anderson & Trueman, la misma cuyas poblaciones se encuentran agrupadas en cinco cluster.

## Agradecimientos

Al Laboratorio de Citometría de la Universidad Nacional de Trujillo por los equipos brindados en la evaluación morfométrica en el presente estudio.

Al Ing. Pedro Castillo Carrillo, Ing. Félix Álvarez Sánchez, Blg. Silvia Herrera

Varas, Sr. Luis Orlando Sanchez Suclupe, Sra. Crisalida Castillo Santisteban, Sr. Juan Maza Coronado, Sra. Delicia Tello Cotrina, Sr. Víctor Martín Verastegui Díaz y Sr. Paúl Harden Mendoza Vargas; por los permisos pertinentes para el muestreo de la presente investigación.

## Conflicto de intereses:

Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

## Contribución De Los Autores

P.D.: Concepción, análisis e interpretación de los resultados y aprobación de la versión final. C.H.: Concepción, análisis e interpretación de los resultados y aprobación de la versión final. R.R.: Recolección de datos, análisis e interpretación de los mismos. L.L.: Recolección de datos, análisis e interpretación de los mismos. J.R.: Análisis de los datos. L.D.: Recolección y análisis de los datos.

## Literatura Citada

- Anderson, D. & J. Trueman. 2000. *Varroa jacobsoni* (Acari: Varroidae) es más de una especie. *Exp Appl Acarol*, 24(1): 165-189.
- Borror, D.; C. Triplehorn & N. Johnson. 1989. *An introduction to the study of insects*. 6<sup>o</sup> edition. Saunders College Publishing. U.S.A, 875 p.
- Calle, D.; M. Quiñones; H. Erazo & N. Jaramillo. 2008. Discriminación por morfometría geométrica de once especies de *Anopheles* (Nyssorhynchus) presentes en Colombia. *Biomédica*, 28(1): 371-385.
- Carmenate, H. & E. Botta. 2004. Varroasis: peligrosa enfermedad de la abeja melífera (II). *Diagnóstico y control*. Instituto de investigaciones de Sanidad Vegetal, 2(8): 47-55.
- Chautá, A.; S. Campbel; M. Bonilla; J. Thaler & K. Poveda. 2012. Effects of natural and artificial pollination on fruit and offspring quality. *Basic and Applied Ecology*, 13(1): 524-532.

- Cruz, C.** 2017. Determinación de las especies de *Varroa* sp. presentes en apiarios del valle de los chillos (Ecuador), mediante morfometría geométrica (tesis de pregrado). Universidad de las Fuerzas Armadas, Sangolquí, Ecuador.
- Dadgostar, S. & J. Nozari.** 2018. Classical and geometric morphometric methods reveal differences between specimens of *Varroa destructor* (Mesostigmata: Varroidae) from seven provinces of Iran. *Persian Journal of Acarology*, 7(1): 51-60.
- De Guzman, L. & M. Delfinado-Baker.** 1996. A new species of *Varroa* (Acari: Varroidae) associated with *Apis koschevnikovi* (Hymenoptera: Apidae) in Borneo. *International Journal of Acarology*, 22(1): 23-27.
- Delfinado-Baker, M. & K. Aggarwal.** 1987. A new *Varroa* (Acari: Varroidae) from the nest of *Apis cerana* (Apidae). *International Journal of Acarology*, 13(1): 233-237.
- FAO.** 2019. Acción mundial de la FAO sobre servicios de polinización para una agricultura sostenible. Noticias FAO.
- Ibáñez, A.; L. Cowx & P. O'Higgins.** 2007. Geometric morphometric analysis of fish scales for identifying genera, species, and local populations within the Mugilidae. *Can. J. Fish. Aq. Sci.*, 64(1): 1091-1100.
- Langerhans, B.; C. Layman; A. Langerhans & T. Dewitt.** 2003. Habitat-associated morphological divergence in two Neotropical fish species. *Biological Journal of the Society*, 80(1): 689-698.
- Lopez, A.** 2015. Morfometría geométrica: el estudio de la forma y su aplicación en biología. *Temas de Ciencia y Tecnología*, 19(1): 53-59.
- Maggi, M.; N. Sardella; S. Ruffinengo & M. Eguaras.** 2009. Morphotypes of *Varroa destructor* collected in *Apis mellifera* colonies from different geographic locations of Argentina. *Parasitology research*, 105(1): 1629-1636.
- Maldonado, A.; L. Tenorio; Y. Vázquez; M. Villalobos; V. Velázquez; C. Ortega & B. Valladares.** 2017. Varroasis: enfoque ambiental y económico. Una revisión. *Revista electrónica de Veterinaria*, 18 (9).
- Matías, A.; J. De La Riva; M. Torrez & J. Dujardin.** 2001. *Rhodnius robustus* in Bolivia Identified by its Wings. *Mem. Inst. Oswaldo Cruz*, 96(1): 947-950.
- Medel, R.; C. Botto & M. Kalin.** 2003. Pollinator mediated selection on the nectar guide phenotype in the Andean monkey flower, *Mimulus luteus*. *Ecology*, 84 (7): 1721-1732.
- O'higgins, P. & N. Jones.** 2006. Tools for statistical shape analysis. Hull York Medical School.
- Oudemans, A.** 1904. On a new genus and species of parasitic acari. Notes from the Leyden Museum, 24(1): 216-222.
- Parés, P.** 2014. Morphometric evaluation of the skull in several bovine breeds: geometric analysis according to their profiles. *Revista CES Medicina Veterinaria y Zootecnia*, 9(1).
- Pereira, J.; W. Coelho; Z. De Souza Fonseca; A. Da Costa; J. De Oliveira Nascimento; K. De Sousa Aguiar & S. Ahid.** 2013. Morfometria en ácaros *Demodex canis* recuperados de *Canis familiaris* (Linnaeus, 1758) no Rio Grande Norte, Brasil. *Acta Veterinaria Brasilica*, 7(1): 52-55.
- Ritter, W.** 1993. Chemical control: options and problems. In Matheson, A (ed) *Living with Varroa*. International Bee Research Association, 17-24.
- Rocha, D.; J. Patterson; C. Sandoval; J. Jurberg; V. Ángulo; L. Esteban & C. Galvão.** 2005. Description and Ontogenetic Morphometrics of Nymphs of *Belminus herreri* Lent & Wygodzinsky (Hemiptera: Reduviidae, Triatominae). *Neotropical Entomology*, 34(3): 491-497.
- Rodríguez, J.; R. González; M. Correa & G. Gómez.** 2016. Análisis morfométrico de dos poblaciones de *Anopheles (Anopheles) calderoni* (Diptera: Culicidae) del suroccidente colombiano. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 87(3): 966-971.
- Rohlf, J. & F. Bookstein.** 2003. Computing the uniform component of shape variation. *Systematic Biology*, 52(1): 66-69.
- Rohlf, J.** 2018. tpsDig2, version 2.31. Stony Brook, NY: Department of Ecology and Evolution, State University of New York at Stony Brook. <http://life.bio.sunysb.edu/morph>.
- Sokal, R. & F. Rohlf.** 2014. Introducción a la bioestadística. Reverté, S. A.
- Vásquez, M. & J. Liria.** 2012. Morfometría geométrica alar para la identificación de *Chrysomya albiceps* y *C. megacephala* (Diptera: Calliphoridae) de Venezuela. *Revista de Biología Tropical*, 60(3): 1249-1258.
- Zelditch, M.; D. Swiderski & H. Sheets.** 2004. *Geometric Morphometrics of Biologists: A Primer*. 2nd Edition, Elsevier Academic Press, San Diego, 443.

