

**MANEJO SUSTENTABLE DE TIERRAS Y SEGURIDAD ALIMENTARIA**

**Variaciones morfométricas y conductuales de la abeja melífera (*Apis mellifera*) en diferentes pisos altitudinales en la serranía ecuatoriana.**

**Morphometric variations and behaviour of the melliferous bee (*Apis mellifera*) in different height levels in the ecuadorean mountain range.**

Diego Armando Masaquiza Moposita<sup>1</sup>, Lino Curbelo Rodríguez, Byron Díaz Monroy, Milton Velasco Guanoluiza y Verónica Cristina Andrade Yucailla

<sup>1</sup>Universidad de Camagüey, Cuba  
[diego.masaquiza@reduc.edu.cu](mailto:diego.masaquiza@reduc.edu.cu)

Recibido: 08/07/2018

Aceptado: 18/12/2018

Publicado: 28/06/2019

**RESUMEN**

En la zona centro de la serranía ecuatoriana se evaluó el efecto de diferentes pisos altitudinales en indicadores morfométricos (tamaño de celdilla, coloración de las abejas) y conductuales (conducta higiénica y defensiva) de *Apis mellifera*; para ello se realizaron tres muestreos en los meses de marzo, junio y septiembre de 2017 en apiarios de las provincias de Tungurahua (6) y Chimborazo (10), en cada uno se seleccionaron las cinco colmenas más productivas. Se utilizó la estadística descriptiva y las comparaciones se realizaron con análisis de varianza. El menor tamaño de celda ( $p \leq 0.05$ ) se encontró en los apiarios situados a 2 720 msnm (5.15 cm); mientras que, para la coloración, las abejas con dos y tres segmentos amarillos predominaron en todas las alturas, mientras las oscuras fueron significativas a una altura de 3 200 msnm. La conducta higiénica mostró diferencias únicamente para el primer muestreo con 85.5% a 2 850 msnm. La conducta defensiva no difirió para las distintas alturas evaluadas con una media de 14.43 agujones en un minuto. Según estos resultados, el efecto de la altura es apreciable en variables como el tamaño de celda, coloración y conducta higiénica, lo que puede estar asociado a posibles efectos de apareamientos libres, adaptación a las condiciones ambientales y a procesos de africanización. Se sugiere la necesidad de complementar estos estudios con análisis de morfometría geométrica y estudios genéticos de ADN mitocondrial para obtener el linaje materno.

**PALABRAS CLAVE:** abejas, colmena, conducta higiénica, indicadores morfométricos.

**ABSTRACT**

In the central zone of the ecuadorean mountain range was evaluated the effect of the different height levels in morphometric registers (cell size, coloration of bees) and behaviors (sanitation behaviour and defensive) of the *Apis mellifera*. For this evaluation three samplings were done in the months of March, June, and September of 2017 in beekeeping of the provinces of Tungurahua (6) and Chimborazo (10) in each of them were selected the 5 more productive beehives. The descriptive statistics and comparisons were used for making variance analysis. The smallest size of cell ( $p \leq 0.05$ ) was found in the apiaries located 2720 meters above sea level (5.1/5 cm); meanwhile for the coloration, bees with 2 and 3 yellow segments are prevalent in all the heights while dark bees were located at the height of 3200 meters above sea level. Sanitation behavior showed differences only for the first sampling with 85.5% in 2 850 meters above sea level. The defensive behavior didn't differ in the different heights evaluated with an average of 14.34 sting in one minute. According to these results, the effect of height is important in variables like the size of cell, coloration and sanitary behavior, therefore all of these

aspects maybe will be associated to possible effects of free pairings accommodation to the environmental conditions and the process of africanizacion. There is a necessity to complement these studies with geometrical morphometric and genetically studies of DNA mitochondrial for obtaining the maternal descent.

**KEYWORDS:** bees, beehive, morphometric registers, sanitary behavior.

## INTRODUCCIÓN

La abeja melífera (*Apis mellifera*) es un insecto que posee gran importancia ecológica en los agroecosistemas (Pantoja, 2014) por su insustituible actividad polinizadora de cultivos, lo cual se manifiesta aún en la agricultura actual, cada vez más intensiva (Verde *et al.*, 2013) y económica, debido al alto valor que generan sus productos. La disminución de las poblaciones de abejas melíferas ha tomado mayor relevancia debido a que es una problemática global, y la pérdida de este capital natural podría afectar el mantenimiento de la diversidad de plantas, estabilidad del ecosistema, producción agrícola, seguridad alimentaria y el bienestar humano. (Thomann *et al.*, 2013).

La *Apis mellifera* (Sousa *et al.*, 2016) está ampliamente distribuida en las regiones tropicales y en todo el continente americano como polihíbrido producto del cruzamiento entre subespecies europeas y africanas (*Apis mellifera scutellata*). La combinación de factores ecológicos y genéticos han conferido su alta adecuación comparada con las abejas europeas residentes, su capacidad colonizadora constituye una de las invasiones biológicas más rápidas y espectaculares de las que se tenga conocimiento (Guzmán-Novoa *et al.*, 2011) esto ha promovido variabilidad morfofisiológica y conductual entre estos grupos y dio como resultado el desarrollo de eco tipos típicos que se adaptan a los diversos dominios climáticos (Meixner *et al.*, 2010).

Actualmente la apicultura en Ecuador se encuentra en proceso de crecimiento, no obstante atraviesa por dos problemas importantes: la presencia de la africanización que caracteriza a las abejas por su alto comportamiento migratorio y defensividad (Medina-Flores *et al.*, 2015), y la varroasis; dicha plaga es considerada como la más dañina para las abejas en el mundo (Sanabria *et al.*, 2015).

La capacidad de reconocer a los individuos portadores de enfermedades, sea en forma de parásito o un patógeno, representa un paso esencial para reducir los riesgos de enfermedad y transmisión; una vez identificados, pueden evitarse, aislarse, excluirse o incluso mueren en función de la naturaleza del parásito o patógeno (Baracchi *et al.*, 2012; Cappa *et al.*, 2016). Mecanismos especializados de defensa natural han sido identificados para reducir la prevalencia de enfermedades infecciosas y mantener bajos índices de infestación de Varroa (Verde *et al.*, 2013) entre los que está la conducta higiénica (CH), la baja atractividad de la cría (BAC), la supresión de la reproducción del ácaro (SRA), y la sensibilidad higiénica a Varroa (SHV).

El comportamiento higiénico es un rasgo genético heredable (Lin *et al.*, 2016) y es la habilidad innata de algunas colonias para detectar, desopercular y remover crías enfermas, muertas o parasitadas (Rothenbuhler, 1964) del interior de las celdas de un panal desde la cámara de cría hacia el exterior de la colonia (Medina-Flores *et al.*, 2014) y es una forma de inmunidad social (Locke *et al.*, 2012).

Considerando que no está caracterizada la población de *Apis mellifera* en la serranía ecuatoriana, el objetivo del trabajo fue conocer las variaciones morfométricas y conductuales de las abejas en diferentes pisos altitudinales de esta región.

## MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se condujo durante el año 2017, se realizaron tres muestreos en los meses de abril (antes de la gran mielada), junio (durante la mielada) y septiembre (después de la mielada) en apiarios de las provincias de Tungurahua (6) y Chimborazo (10), con un total de 80 colmenas en las dos provincias. Se utilizó un diseño intencional en base a los productores con mayores parques apícolas, con colmenas Langstroth y que a su vez estuvieran dispuestos a contribuir con el estudio. Las colmenas trabajadas fueron identificadas por los propietarios, quienes tuvieron en cuenta su buena fortaleza y alta producción de miel.

Los indicadores morfométricos como el diámetro medio de las celdas se determinaron seleccionando por cada colmena tres panales del centro de la cámara de cría SARH-USDA, (1986) y se midieron 10 celdas en línea para promediar y reducir el error por ambas caras hasta resultar seis mediciones por colmena (Spivak y Downey, 1998; Yoan, 2013).

Para la coloración de los segmentos abdominales se tomaron como referencia las descripciones de (Yoan, 2013) a partir de las cuales se establecieron una escala en la que se tuvo en cuenta el número de segmentos amarillos presentes en el cuerpo de la abeja: negras (N) abejas que no presentan ningún segmento amarillo; (I3) las que tienen tres o más segmentos amarillos, intermedias con un segmento amarillo (I1) y con dos segmentos amarillos (I2).

Los indicadores conductuales como la conducta higiénica (CH) fue evaluada utilizando la metodología de Newton & Ostasiewski (1986) modificada por (Gramacho y Gonçalves, 1999) donde se identificaron dos panales de cada una de las colmenas en estudio y se seleccionaron en cada uno un área de 10 x 10 celdas (con un total de 100 celdas) con cría operculada entre 16 - 17 días de edad (pupa de ojo rosado) y se sacrificaron mediante punción, después fueron devueltos a la colmena para ser evaluados, permaneciendo por 24 h, determinándose el CHT con la fórmula:

$$CHT = \frac{COi - COf - CD/cría}{COi} \times 100$$

Donde:

- COi: Celdas operculadas iniciales
- COf: Celdas operculadas finales
- CD/cría: Celdas desoperculadas con cría finales a las 24 horas

El comportamiento defensivo se evaluó con la técnica de la bandera de gamuza negra (Guzmán-Novoa *et al.*, 2003), se realizó en un horario de las 11:00 am a 3:00 pm, sin utilizar humo. Se expuso una banderilla de color negro de 10 x 10 cm delante de la piquera y se agitó suavemente con movimientos de forma de péndulo por 60 segundos. Esta prueba tradicional de campo se basa en el conteo del número de aguijones dejados por las abejas en la bandera.

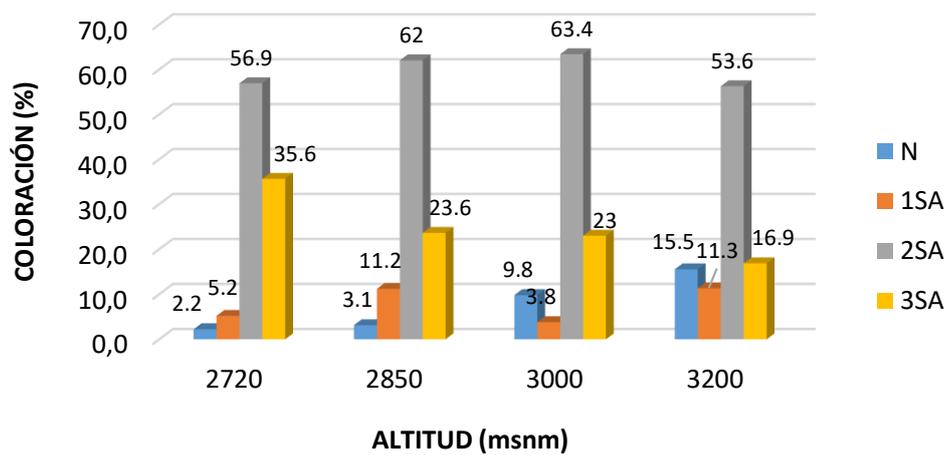
Los datos fueron tabulados y analizados con el Programa estadístico SPSS 21. Se empleó estadística descriptiva para caracterizar los indicadores morfométricos y conductuales y para las comparaciones entre la altitud y los indicadores se emplearon análisis de varianza.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las poblaciones de *Apis* se distribuyen en diversos climas y la presión de selección difiere entre estos sitios (Sousa *et al.*, 2016) ya que existe diferenciación entre estos grupos (Kekecoglu & Soysal, 2010; Parker *et al.*, 2010) debido a la alta plasticidad fenotípica que estos insectos contribuyen para su adaptación a las diferentes regiones geomorfológicas (Le Conte y Navajas, 2008).

Los resultados indican una clara predominancia de abejas con coloración amarilla en dos y tres segmentos abdominales en todos los pisos altitudinales. Para la coloración oscura se observan cantidades apreciables de abejas en apiarios con altitud de 3 000 y 3 200 msnm.

**Figura 1.** Coloración de poblaciones de abejas (*Apis mellifera*) en diferentes pisos altitudinales en la serranía ecuatoriana.

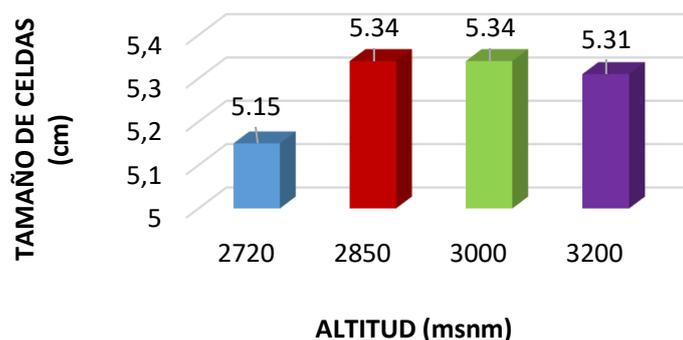


Fuente: Elaboración propia.

Es llamativo el cambio de coloración de las abejas en las diferentes alturas evaluadas, así se tiene que a mayor altura tiende a incrementarse la cantidad de abejas de coloración negra, ocurriendo lo contrario con las abejas más claras (tres segmentos amarillos). Es probable que este comportamiento esté relacionado con la mayor adaptación de las abejas con mayor sangre europea al clima más frío en las alturas de 3 000 msnm, mientras las de coloración más clara, con predominio de genes africanizados prefieren las alturas menores.

Está documentado que las razas de procedencia africana *Apis mellifera scutellata* y *Apis mellifera adansonii* construyen celdas más pequeñas en comparación con las europeas (Ruttner, 1988). Según la norma del programa SARH/USDA de 1986 el diámetro de las celdas es un indicador que permite diferenciar abejas europeas de africanizadas, al considerar un diámetro para 10 celdas de 4.9 cm en africanizadas y superior a 5.20 cm en europeas.

**Figura 2.** Tamaño de celda de poblaciones de abejas (*Apis mellifera*) en diferentes pisos altitudinales en la serranía ecuatoriana.



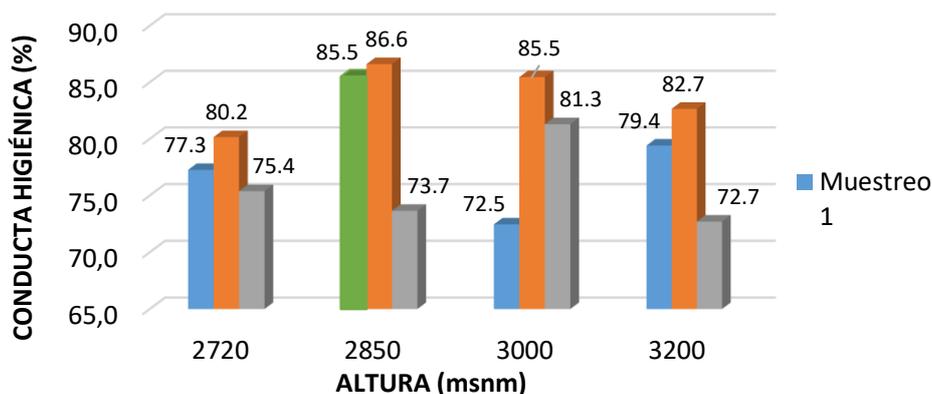
Fuente: Elaboración propia.

Apoyando lo planteado con relación a la coloración, los resultados obtenidos en esta evaluación indican que el menor tamaño de celda 5.15 cm se encontró en los apiarios situados a 2 720 msnm, determinando que estas longitudes medias están por encima del tamaño correspondiente a las abejas africanas (4.9 cm) pero por debajo de las europeas (5.2 cm); mientras que en el resto de pisos altitudinales se encontraron tamaños de celda medios de 5.31 y 5.34 cm, estando por encima del tamaño de celdas de europeas.

Coincidiendo con (Guzmán-Novoa *et al.*, 2011) en donde se manifiesta que la altitud de la cordillera de los Andes es una barrera natural que impide la dispersión de la africanización, como también (Porrini, 2016) indica que esta diseminación no ha podido avanzar a regiones del sur de Argentina donde se ha declarado libre de africanización; este fenómeno puede deberse a que las abejas europeas tienen la capacidad de mantener la temperatura de su nido y en particular la de arracimarse es exclusiva de las abejas de origen europeo porque tienen que tolerar temperaturas bajo cero en los países de climas templado y frío no así en el caso de las abejas africanizadas (Seeley y Visscher, 1985).

La conducta higiénica es la habilidad de la abeja melífera de reconocer a los individuos portadores de enfermedades, sea en forma de parásito o un patógeno, representa un paso esencial para reducir los riesgos de enfermedad y transmisión. Una vez identificados, pueden evitarse, aislarse, excluirse o incluso mueren en función de la naturaleza del parásito o patógeno (Cappa *et al.*, 2016).

**Figura 3.** Conducta higiénica de poblaciones de abejas (*Apis mellifera*) en diferentes pisos altitudinales en la serranía ecuatoriana.



Fuente: Elaboración propia.

Los resultados apuntan a que la CH mostró diferencias únicamente para el primer muestreo con 85.5% a 2 850 msnm; además se puede indicar que para los tres muestreos varió el comportamiento (Figura 3), obteniendo la mayor CH durante la época de producción con una media de 83.7% a diferencia del inicio 78.7% y al final 78.5%. La alta conducta higiénica durante la temporada de mayo y junio se puede deber a la alta incidencia del flujo nectario, el cual enmascararía comportamientos higiénicos bajos, es decir, que al aumentar el flujo nectario aumentaría la limpieza en la colmena pero no por eliminar enfermedades sino para prepararla para la recepción de néctar, por lo que las obreras optan por remover nidada, lo cual evita el esfuerzo de construcción de nuevas celdas y, por consiguiente, esta actividad incrementa el comportamiento higiénico (Araneda *et al.*, 2008).

Datos obtenidos en México indicaron que la abeja melífera europea era dos veces más atrayente para *Varroa destructor* que la abeja africanizada (Santos *et al.*, 2015) y esta tiene un comportamiento higiénico cuatro veces mayor que las europeas, además que las africanizadas son más eficientes en el acicalamiento de ácaros de sus cuerpos.

Además, se observa una alta heterogeneidad, ya que en la mayoría de las colonias se obtuvieron diferencias entre las repeticiones, lo que puede deberse a apareamientos libres ya que la reina usualmente copula con diez a diecisiete zánganos, para poder llenar su espermateca, donde guarda estos espermatozoides en forma de paquetes los que va usando en forma alternada, los cuales pueden no poseer la característica higiénica (Palacio *et al.*, 2000).

De la misma manera la conducta defensiva (CD) no difirió para las distintas alturas evaluadas con una media de 14.43 aguijones en un minuto, con valores máximos de 68 aguijones/min., y mínimos de 1 aguijón/min; las abejas africanizadas pueden picar de 5 a 20 veces más que las de origen europeo y que mantienen un radio de patrullaje en la periferia de sus nidos de al menos 10 veces mayor a la distancia que las europeas (Collins & Rinderer, 1991).

## CONCLUSIONES

Los efectos de los diferentes pisos altitudinales juegan un rol muy importante en la separación de las poblaciones ya que el estudio distinguió que los diferentes tipos morfoclimáticos influenciaron sobre la abeja melífera debido a los cambios que se apreciaron en variables como el tamaño de celda, coloración y conducta higiénica. Se sugiere la necesidad de complementar estos estudios con análisis de morfometría geométrica y estudios genéticos de ADN mitocondrial para obtener el linaje materno.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Araneda, X., Pérez, R., Castillo, C. y Medina, L. (2008). Evaluación del comportamiento higiénico de *Apis mellifera* L. en relación al nivel de infestación de *Varroa destructor* Anderson y Trueman. *Idesia (Arica)* 26(2), 59-67. <https://n9.cl/k4yu>
- Baracchi, D., Fadda, A. & Turillazzi, S. (2012). Evidence for antiseptic behaviour towards sick adult bees in honey bee colonies. *Journal of insect physiology*, 58(12), 1589-1596. <https://cutt.ly/dyUQzlw>
- Cappa, F., Bruschini, C., Protti, I., Turillazzi, S. & Cervo, R. (2016). Bee guards detect foreign foragers with cuticular chemical profiles altered by phoretic varroa mites. *Journal of Apicultural Research*, 55(3), 268-277. <https://doi.org/10.1080/00218839.2016.1229886>
- Santos, J.F., Coelho, F.C., Bliman, P.J. (2015). *Behavioral modulation of the coexistence between Apis mellifera and Varroa destructor: A defense against colony collapse?* PeerJ PrePrints. <https://doi.org/10.7287/peerj.preprints.1396v1>

- Collins, A.M. & Rinderer, T.E. (1991). Genetics of defensive behavior I. In M. Spivak, D.J. Fletcher & M.D. Breed (Eds.), *The "African" Honey bee*, (pp. 309-328). Westview Press.
- Guzmán-Novoa, E., Correa Benítez, A., Espinosa Montaña, L.G. y Guzmán Novoa, G. (2011). Colonización, impacto y control de las abejas melíferas africanizadas en México. *Veterinaria México*, 42(2), 149-178. <https://n9.cl/omof>
- Guzmán-Novoa, E., Prieto-Merlos, D., Uribe-Rubio, J.L., Hunt, G.J. (2003). Relative reliability of four field assays to test defensive behaviour of honey bees (*Apis mellifera*). *Journal of apicultural research*, 42(3), 42-46. <https://n9.cl/ighj>
- Kekecoglu, M. & Soysal, M.I. (2010). Genetic diversity of bee ecotypes in Turkey and evidence for geographical differences. *Romanian Biotechnological Letters*, 15(5), 5646-5653. <https://n9.cl/5tzi6>
- Le Conte, Y. & Navajas, M. (2008). Climate change: impact on honey bee populations and diseases. *Revue Scientifique et Technique*, 27(2), 499-510. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18819674/>
- Locke, B., Forsgren, E., Fries, I. & de Miranda, J.R. (2012). Acaricide treatment affects viral dynamics in *Varroa destructor*-infested honey bee colonies via both host physiology and mite control. *Applied and environmental Microbiology*, 78(1), 227-235. <http://dx.doi.org/10.1128/AEM.06094-11>.
- Medina-Flores, C.A., Guzmán-Novoa, E., Aréchiga Flores, C.F., Gutiérrez Bañuelos, H. y Aguilera Soto, J.I. (2014). Producción de miel e infestación con *Varroa destructor* de abejas africanizadas (*Apis mellifera*) con alto y bajo comportamiento higiénico. *Revista mexicana de ciencias pecuarias*, 5(2), 157-170. <https://cutt.ly/nyUWqdx>
- Medina-Flores, C.A., Guzmán-Novoa, E., Hamiduzzaman, M., Aguilera Soto, J., López-Carlos, M.A. (2015). Africanización de colonias de abejas melíferas (*Apis mellifera*) en tres regiones climáticas del norte de México. *Veterinaria México OA*, 2(4), 1-9. <http://www.scielo.org.mx/pdf/vetmexoa/v2n4/2007-5472-vetmexoa-2-04-00001.pdf>
- Meixner, M.D., Costa, C., Kryger, P., Hatjina, F., Bouga, M., Ivanova, E. y Büchler, R. (2010). Conserving diversity and vitality for honey bee breeding. *Journal of Apicultural Research*, 49(1), 85-92. <https://doi.org/10.3896/IBRA.1.49.1.12>
- Newton, D. & Ostasiewski, N. (1986). A Simplified Bioassay for Behavioral Resistance to American Foulbrood in Honey-Bees (*Apis-Mellifera L*). *American Bee Journal*, 126(4), 278-281.
- Palacio, M.A., Figini, E.E., Ruffinengo, S.R., Rodriguez, E.M., del Hoyo, M.L. & Bedascarrasbure, E.L. (2000). Changes in a population of *Apis mellifera L*. selected for hygienic behaviour and its relation to brood disease tolerance. *Apidologie*, 31(4), 471-478. <https://doi.org/10.1051/apido:2000139>
- Pantoja, A. (2014). Principios y avances sobre polinización como servicio ambiental para la agricultura sostenible en países de Latinoamérica y el Caribe. Oficina regional de la FAO.
- Parker, R., Melathopoulos, A.P., White, R., Pernal, S.F., Guarna, M.M. & Foster, L.J. (2010). Ecological adaptation of diverse honey bee (*Apis mellifera*) populations. *PLoS One*, 5(6). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0011096>

- Rothenbuhler, W.C. (1964). Behavior genetics of nest cleaning in honey bees. IV. Responses of F<sub>1</sub> and backcross generations to disease-killed brood. *American Zoologist*, 4(2), 111-123. <https://www.jstor.org/stable/3881284?seq=1>
- Sanabria, J.L., Demedio, J., Pérez, T., Peñate, I., Rodríguez, D. y Lóriga, W. (2015). Índices de infestación por Varroa destructor en colmenas sin medidas de control. *Revista de Salud Animal*, 37(2), 118-124. [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0253-570X2015000200007](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0253-570X2015000200007)
- Gramacho, K. P., & Gonçalves, L. S. (1999). *Fatores que interferem no comportamento higiênico das abelhas Apis mellifera*. Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto.
- Seeley, T.D. & Visscher, P.K. (1985). Survival of honeybees in cold climates: the critical timing of colony growth and reproduction. *Ecological Entomology*, 10(1), 81-88. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2311.1985.tb00537.x>
- Sousa, A., Araújo, E., Gramacho, K. & Nunes, L. (2016). Bee's morphometrics and behavior in response to seasonal effects from ecoregions. *Genetics and molecular research*, 15(2), 1-14. <http://www.funpecrp.com.br/gmr/year2016/vol15-2/pdf/gmr7597.pdf>
- Spivak, M. & Downey, D.L. (1998). Field assays for hygienic behavior in honey bees (Hymenoptera: Apidae). *Journal of economic entomology*, 91(1), 64-70. <https://doi.org/10.1093/jee/91.1.64>
- Thomann, M., Imbert, E., Devaux, C. & Cheptou, P.O. (2013). Flowering plants under global pollinator decline. *Trends in plant science*, 18(7), 353-359. <https://doi.org/10.1016/j.tplants.2013.04.002>
- Verde, M., Demedio, J. y Gómez, T. (2013). Apicultura. Salud y Producción. *Guía Técnica para el Apicultor*. Consejo Científico Veterinario de Cuba.
- Yoan, R.A. (2013). Relación de las características morfo-biométricas con los índices de infestación en abejas *Apis melliferas* L. en un apiario de la provincia Mayabeque. *Revista Electrónica de Veterinaria*, 14(11). <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=63632378007>
- Lin, Z., Page, P., Li, L., Qin, Y., Zhang, Y. & Hu, F. (2016). Go east for better honey bee health: *Apis cerana* is faster at hygienic behavior than *A. mellifera*. *PloS one*, 11(9), 1-10. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0162647>