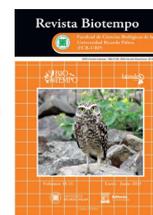


Biotempo (Lima)

latindex  
catálogo



<https://revistas.urp.edu.pe/index.php/Biotempo>

ORIGINAL ARTICLE / ARTÍCULO ORIGINAL

INDIVIDUAL AND JOINTLY EFFECT OF HONEYCOMB TRAP, QUEEN REPLACEMENT AND GOOD MANAGEMENT PRACTICES ON VARROOSIS IN BEEHIVES OF *APIS MELLIFERA* LINNAEUS, 1758 (HYMENOPTERA: APIDAE) IN VILLA CLARA, CUBA

EFFECTO INDIVIDUAL Y COMBINADO DEL PANAL TRAMPA, CAMBIO DE REINA Y BUENAS PRÁCTICAS DE MANEJO SOBRE LA VARROOSIS EN COLMENAS DE *APIS MELLIFERA* LINNAEUS, 1758 (HYMENOPTERA: APIDAE) EN VILLA CLARA, CUBA

Maikel Madrigal-Hernández<sup>1</sup>; Leonel lazo-Pérez<sup>2</sup>; Rigoberto Fimia-Duarte<sup>3\*</sup>; Lázaro Castro-Betancourt<sup>2</sup>; Pedro María Alarcón-Elbal<sup>4</sup>; Pedro Y. de la Fe-Rodríguez<sup>2</sup>; José Iannacone<sup>5,6</sup>  
& George Argota-Pérez<sup>7\*</sup>

- <sup>1</sup> Departamento de Sanidad Animal del Ministerio de la Agricultura (MINAG), Villa Clara, Cuba. E-mail: [evsanidad@dlgdir.vcl.minag.gob.cu](mailto:evsanidad@dlgdir.vcl.minag.gob.cu)
  - <sup>2</sup> Facultad de Ciencias Agropecuarias (FCA), Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas, Villa Clara, Cuba. E-mail: [lazo@uclv.edu.cu](mailto:lazo@uclv.edu.cu), [pedrodlfr@uclv.edu.cu](mailto:pedrodlfr@uclv.edu.cu)
  - <sup>3</sup> Facultad de Tecnología de la Salud y Enfermería (FTSE), Universidad de Ciencias Médicas de Villa Clara (UCM-VC), Cuba. E-mail: [rigobertoofd@infomed.sld.cu](mailto:rigobertoofd@infomed.sld.cu)
  - <sup>4</sup> Instituto de Medicina Tropical & Salud Global (IMTSAG), Universidad Iberoamericana (UNIBE), Santo Domingo, República Dominicana. E-mail: [pedro.alarcon@uv.es](mailto:pedro.alarcon@uv.es)
  - <sup>5</sup> Laboratorio de Ecología y Biodiversidad Animal (LEBA). Facultad de Ciencias Naturales y Matemáticas (FCNNM). Grupo de Investigación en Sostenibilidad Ambiental (GISA). Escuela Universitaria de Posgrado. Universidad Nacional Federico Villarreal (UNFV). El Agustino, Lima, Perú.
  - <sup>6</sup> Facultad de Ciencias Biológicas. Escuela de posgrado (EPG). Universidad Ricardo Palma (URP). Santiago de Surco, Lima, Perú. E-mail: [joseiannacone@gmail.com](mailto:joseiannacone@gmail.com)
  - <sup>7</sup> Centro de Investigaciones Avanzadas y formación Superior en Educación, Salud y Medio Ambiente “AMTAWI”, Puno-Perú. E-mail: [george.argota@gmail.com](mailto:george.argota@gmail.com)
- \* Corresponding author: [george.argota@gmail.com](mailto:george.argota@gmail.com)

Maikel Madrigal-Hernández: <https://orcid.org/0000-0002-1735-5575>

Leonel Lazo-Pérez: <https://orcid.org/0000-0001-7632-4130>

Rigoberto Fimia-Duarte: <https://orcid.org/0000-0001-5237-0810>

Lázaro Castro-Betancourt: <https://orcid.org/0000-0002-8984-2989>

Pedro María Alarcón-Elbal: <https://orcid.org/0000-0001-5319-4257>

Pedro Y. de la Fe-Rodríguez: <https://orcid.org/0000-0002-0295-9886>

José Iannacone: <https://orcid.org/0000-0003-3699-4732>

George Argota-Pérez: <https://orcid.org/0000-0003-2560-6749>

## ABSTRACT

---

The mite *Varroa destructor* Delfinado & Baker, 1974 is the most serious pest of honey bee colonies worldwide. This species has become a major plague for beekeeping of European bees (*Apis mellifera* Linnaeus, 1758), although the impact from mite infestations varies greatly between continents. The objective of this study was to calculate the risk for varroosis after the application, individually and jointly, of three methods: honeycomb trap, queen replacement and best practices; as well as to assess the economic losses in the province of Villa Clara, Cuba. A total of 467 apiaries were investigated, three hives were sampled per apiary, for a sample size of 3,257 individuals. A retrospective descriptive epidemiological analysis of the behavior of the occurrence of varroosis was carried out. A chronological series of three years was analyzed and the seasonality, channels of habitual behavior and varroosis infestation rate were determined. A risk analysis was carried out, applying an observational analytical study of transversal type, to determine the possible association between the evaluated factors and the disease; an analysis of binomial proportion and Chi-square test was performed for the infestation rate between municipalities. The infestation rate was 3,1%. The enzootic channel of the *Varroa* infestation rate for the territory, in the period of study was from 2,2 to 4,6 and the trend it is to decrease. It is concluded that the use of these three methods, individually and jointly, constitutes a protection factor since it prevents varroosis significantly.

**Key words:** *Apis mellifera* – queen replacement – exposed beehives – honeycomb trap – varroosis – Villa Clara

## RESUMEN

---

El ácaro *Varroa destructor* Delfinado & Baker, 1974 es la plaga más grave de las colonias de abejas en todo el mundo. Esta especie se ha convertido en una plaga importante para la apicultura mundial de la abeja europea (*Apis mellifera* Linnaeus, 1758), aunque el impacto de las infestaciones varía mucho entre los continentes. El objetivo de la investigación consistió en calcular el riesgo por varroosis tras la aplicación, individual y conjunta, de tres métodos: panal trampa, cambio de reina y buenas prácticas de manejo; así como determinar las pérdidas económicas en la provincia Villa Clara, Cuba. Se investigaron 467 apiarios, se muestrearon tres colmenas por apiario, para un tamaño de muestra de 3,257 individuos. Se realizó un análisis epidemiológico descriptivo de tipo retrospectivo, del comportamiento de la ocurrencia de varroosis. Se analizó una serie cronológica de tres años y se determinó la estacionalidad, canales de comportamiento habitual y tasa de infestación por varroosis. Se realizó un análisis de riesgo, aplicándose un estudio analítico observacional de tipo transversal, para determinar si había asociación entre los factores evaluados y la enfermedad; asimismo, se aplicó un análisis de proporción binomial y prueba de Chi cuadrado para la tasa de infestación entre municipios. La tasa de infestación fue de 3,1%. El canal enzoótico de la tasa de infestación por *Varroa* para el territorio, en el período de estudio fue de 2,2 a 4,6 y la tendencia es a la disminución. Se concluye que el empleo de estos tres métodos, individual y conjuntamente, constituye un factor de protección, ya que previenen significativamente la varroosis.

**Palabras clave:** *Apis mellifera* – cambio de reina – colmenas expuestas – panal trampa – varroosis – Villa Clara

## INTRODUCCIÓN

Alrededor del mundo, el interés del hombre por las abejas comenzó con la caza y el robo de las colonias de abejas silvestres, que se encontraban en huecos de troncos o en hendiduras de las piedras (Alaux *et al.*, 2010). La miel tenía valor no solo como producto comestible, sino por sus usos en la medicina popular (Berkelaar *et al.*, 2001; Mitzman, 2012; Pritchard, 2016; Cheruiyot *et al.*, 2018). Se ha observado y estudiado la abeja con el fin de aumentar la producción de la miel y facilitar la cosecha (Medina-Flores *et al.*, 2014a; Kurze *et al.*, 2016; Beaurepaire *et al.*, 2017; Eliash & Mikheyev, 2020).

El desarrollo de esta actividad ha alcanzado niveles importantes y ha avanzado a pasos agigantados (Prandin *et al.*, 2001; Anido *et al.*, 2012; Noel *et al.*, 2020). La producción apícola es una actividad que produce importantes beneficios en el desarrollo agrícola y forestal mediante la acción polinizadora de las abejas, contribuyendo a aumentar la productividad del sistema de explotación y acrecentando la diversidad biológica (Adjlane *et al.*, 2013; Abdelkader *et al.*, 2014; Hamiduzzaman *et al.*, 2017; Mondet *et al.*, 2019).

El estado sanitario de las colmenas es tanto más satisfactorio cuando mejor se adaptan a los factores ecológicos (Sanabria *et al.*, 2015; Kirrane *et al.*, 2018; Ali & Ghramh, 2021). La adaptación incompleta se manifiesta por la disminución del rendimiento y por la predisposición a las enfermedades. Los factores ambientales adversos que influyen de una manera determinante sobre la resistencia de las colonias están cimentados en las condiciones climáticas y meteorológicas (Neumann & Carreck, 2010; Allam *et al.*, 2021), así como en las medidas que toma el apicultor y en la forma de adaptación que manifieste el insecto.

Las enfermedades de las abejas causan, anualmente, serias pérdidas en la producción apícola y en muchos casos ocasionan hasta la muerte de las colonias (Murilhas, 2002; Tamura *et al.*, 2013; Eliash & Mikheyev, 2020; Allam *et al.*, 2021). Uno de los problemas más serios que atraviesa el sector apícola es *Varroa destructor* Delfinado & Baker, 1974 (Acari: Varroidae), un ácaro capaz de deprimir nueve funciones principales para el buen funcionamiento de las abejas (Ramsey, 2018; Allam *et al.*, 2021; Ali & Ghramh, 2021). Este ácaro se alimenta, principalmente, del tejido corporal graso de *Apis mellifera* Linnaeus, 1758 (Hymenoptera: Apidae), también conocida como abeja europea o melífera, un

órgano en los insectos que cumple una función similar al hígado humano, haciéndolas más susceptibles a la aparición de infecciones secundarias (Uchida, 2011; Arechavaleta-Velasco *et al.*, 2012; Kiprotich *et al.*, 2020).

El ácaro *V. destructor* causa anualmente serias pérdidas en la producción apícola, y está considerada la principal amenaza para la apicultura mundial (Harris & Harbo, 2001; Dahmane, 2020; Eliash & Mikheyev, 2020). Su gran importancia estriba en las numerosas pérdidas de colonias que provocan anualmente (Potts *et al.*, 2010; Uchida, 2011; Dahmane, 2020; Noël *et al.*, 2020; Allam *et al.*, 2021) y por afectar la producción de miel (Medina-Flores *et al.*, 2014a). Por ello debe ser controlada regularmente para evitar dichas pérdidas (Harris & Harbo, 2001; Abdelkader *et al.*, 2014; Kirrane *et al.*, 2018).

Este ácaro fue descubierto en la Isla de Java en colonias de *Apis cerana* Fabricius, 1793 en el año 1904 por Edward Jacobson, posteriormente fue detectado en Rusia y Japón (1958), en China (1960), en Europa y Norte de África en el año 1967 y 1982, respectivamente (Dahmane, 2020; Roth *et al.*, 2020).

En Cuba, desde el reporte de ácaro *V. destructor* en 1996, la varroosis tuvo un comportamiento en extremo agresivo (Martínez, 2007; Guzmán-Novoa *et al.*, 2010a), con una elevadísima mortalidad de colmenas y serias afectaciones de las sobrevivientes en las provincias de Mayabeque, Artemisa, La Habana y Matanzas (Paz *et al.*, 2008; Bande *et al.*, 2009).

En el período 1995-1996 las producciones de miel en La Habana y Matanzas se redujeron drásticamente (BAP, 1996). Un año después, en Villa Clara ocurrió algo similar (BAP, 1997), sin embargo, en la provincia Granma, el ácaro *Varroa Oudemans*, 1904, detectado a finales del 1999, no produjo el gran impacto y agresividad, como se observó en las provincias occidentales y centrales del país (BAP, 2000).

Su control exclusivo con sustancias químicas trae consigo diversos inconvenientes y, aunque en Cuba existe un sistema de lucha integrada, en el último trienio se han importado 156.000 tratamientos por valor aproximado de 462.000 € (Valle *et al.*, 2010; Dobrynin *et al.*, 2013).

Si tenemos en cuenta, que el ácaro *V. destructor* se ha convertido en la plaga más grave de las colonias de abejas en todo el mundo (Floris *et al.*, 2020; Kiprotich

*et al.*, 2020; Roth *et al.*, 2020), con un marcado impacto en el continente americano, en especial en la región del caribe, donde Cuba no está exenta, entonces se hace necesario y de vital importancia, la realización de estudios e investigaciones encaminadas a la mitigación y control de la infestación por *V. destructor*, donde desempeñen un rol fundamental, las buenas prácticas de control y manejo integrado.

El objetivo de la investigación estuvo encaminado a calcular el riesgo por varroosis en las colmenas expuestas y no expuestas al panal trampa, de conjunto con las buenas prácticas de manejo y el cambio de reina, así como las pérdidas económicas en la provincia Villa Clara, Cuba.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo se realizó en la provincia Villa Clara, ubicada en el centro de Cuba, con límites al norte con el océano Atlántico, al este, con las provincias Sancti Spíritus y Ciego de Ávila, al sur con Sancti Spíritus y al oeste con las provincias Matanzas y Cienfuegos. Posee una extensión territorial de 8 412 km<sup>2</sup>, incluidos 719 cayos, lo que la ubica en el quinto lugar por extensión entre las 16 provincias del territorio nacional; su extensión representa el 7,8 % del área total del país.

Las costas de la provincia son bajas y pantanosas, alcanzan una longitud aproximada de 191 km por el norte y son la única frontera marítima (Fig. 1).



**Figura 1.** Mapa político administrativo de la provincia Villa Clara (Centro Meteorológico Provincial de Villa Clara, Cuba).

El procedimiento diagnóstico empleado para la confirmación de la enfermedad fue el diagnóstico en cría y abeja adulta, el cual se realizó mediante la prueba Vandame & David de Jong, respectivamente. Se trabajó con un total de 459 apiarios y ocho centros de cría, muestreando tres colmenas por apiario; en cada una de ellas se recogieron 100 abejas. Se procesaron 3 257 muestras, de ellas, formadas por abejas adultas y panales con cría, que fueron enviados al Centro de Epizootiología y Diagnóstico Veterinario de Villa Clara, durante el período comprendido entre enero de 2015 a diciembre de 2017.

Para el análisis de riesgo se aplicó una encuesta epizootiológica a 85 apicultores de la Unidad Estatal

Básica (UEB) Apícola Villa Clara, que disponían de 17 309 colmenas, durante el período de estudio. Se creó una base de datos en la cual se plasmó la información referente a buenas prácticas de manejo de colmenas, utilización del panal trampa y los datos relacionados con el cambio de reina por encima del 75 %, según Programa de Lucha del Departamento de Sanidad Animal (Verde-Jiménez & Chan-Valdés, 2005). Se empleó el paquete estadístico Statgraphics. Plus 5.1. Versión XV.II de 2006.

Se escogió el año 2016, en el que hubo mayor cantidad de envíos al laboratorio, con una frecuencia mensual. Se efectuó un análisis de riesgo, mediante un estudio analítico observacional de tipo transversal, donde se estimó la razón de prevalencia y se determinó si había asociación

entre los factores (cambio de reina, utilización de panal trampa y buenas prácticas de manejo de colmenas) con el suceso cantidad de abejas afectadas por varroosis,

mediante la conformación de tablas de contingencia 2x2 con el siguiente esquema (Tabla 1).

**Tabla 1.** Tabla de contingencia 2x2.

| Clasificación         | Abejas afectas | Abejas no afectadas | Total         |
|-----------------------|----------------|---------------------|---------------|
| Colmenas expuestas    | a              | b                   | (a+b)         |
| Colmenas no expuestas | c              | d                   | (c+d)         |
| Total                 | (a+c)          | (b+d)               | (a+c) + (b+d) |

La razón de prevalencia en las colmenas expuestas al panal trampa, cambio de reina y buenas prácticas de manejo (P1) viene dada por:  $P1 = a/(a+b)$ . La razón de prevalencia entre las colmenas no expuestas al panal trampa, cambio de reina y buenas prácticas de manejo por:  $P2 = c / (c+d)$ . La razón de prevalencia (RP) viene dado por:  $RP = P1/P2$ . La fracción prevenible en expuesto (FPE) viene dada por  $FPE = RP - 1/R$ . Para todos estos análisis se empleó un programa para análisis epidemiológico de datos tabulados (EPIDAT) versión 3.1.

Para construir el canal enzoótico de la ocurrencia de la Tasa de Infestación del Acaro (TIA) mensuales en el período 2015-2017, se empleó el método de la mediana, primer y tercer cuartiles, el cual se basa en determinar para cada período (meses) una medida de tendencia central y sus valores mínimos y máximos, con la finalidad de definir zonas de seguridad o alerta. Para lo cual se halló la mediana, el valor mínimo y máximo de la ocurrencia TIA en cada mes del período de tres años de la serie de tiempo analizada, y se construyó los canales con la medida central, el rango inferior y el rango superior, estableciéndose las zonas de éxito (valores iguales o inferiores al límite inferior), zona de seguridad (valores iguales o inferiores a la mediana y superiores al límite inferior), zona de alerta (valores iguales o superiores a la mediana e inferiores al límite superior) y zona epizoótica (valores iguales o superiores al límite superior).

Se determinó la ocurrencia de TIA mensuales durante el año 2018 y se superpuso sobre el comportamiento histórico de los canales de comportamiento habitual hallados para el período 2015-2017. Se realizó una prueba de comparación de proporción binomial para la tasa de infestación por *V. destructor* trimestralmente, y un análisis de proporción binomial, así como una prueba de Chi cuadrado para la bondad de ajuste. Se comparó el municipio de mayor tasa de infestación (en el que no se aplica el panal trampa, el cambio de reinas y buenas prácticas de manejo de colmenas) con el de más baja tasa

(en el que se aplica el panal trampa, el cambio de reinas y las buenas prácticas de manejo de colmenas).

### Análisis Económico

Se estimaron las pérdidas económicas por los daños ocasionados por *V. destructor* en el período de estudio. Se calculó la posible producción de miel de abeja obtenida, y los ingresos para los apicultores, de no haber estado afectadas las colmenas. Además, se calculó el monto que dejó de ganar la empresa apícola de la provincia, por concepto de infestación por varroosis.

Para este análisis se realizó una estimación de las pérdidas en producción de miel por colonia, al tener en cuenta que en abejas adultas se reduce la producción de miel por colonia en un 19 %, según Martin (2001).

### Aspectos éticos

La investigación estuvo sujeta a normas éticas que posibilitaron promover y asegurar el respeto de todos los participantes en el estudio, de modo que se respetaron sus criterios/opiniones y derechos individuales, para poder generar nuevos conocimientos sin violar los principios éticos de la intimidad y confidencialidad de la información personal, de todos los participantes en la investigación. Por otra parte, todos los autores involucrados en la investigación, publicación y difusión de los resultados, somos responsables de la confiabilidad y exactitud de los resultados mostrados (DHAMM, 2013).

## RESULTADOS

### Análisis de Riesgo con el Factor «Panal Trampa»

En los apiarios expuestos al panal trampa, el riesgo de padecer varroosis es menor que en los apiarios que no emplean este método. La razón de prevalencia en

los panales expuestos (RP= 0,57) demuestra que este procedimiento constituye un factor de protección, siendo

esta asociación estadística ( $p \leq 0,05$ ) significativa (IC: 95%) [0,55; 0,59] (Tabla 2).

**Tabla 2.** Análisis de riesgo y asociación factor panal trampa.

| Grupo        | Asociación |           | Significación estadística |            | Medidas de impacto |           |      |           |
|--------------|------------|-----------|---------------------------|------------|--------------------|-----------|------|-----------|
|              | RP         | IC: 95%   | $\chi^2$                  | Valor de p | FPE                | IC: 95%   | FPP  | IC: 95%   |
| Panal trampa | 0,57       | 0,55-0,59 | 1291,92                   | 0,000      | 0,42               | 0,40-0,44 | 0,23 | 0,22-0,24 |

RP: Razón de prevalencia, IC: Intervalo de Confianza, FPE: Fracción Prevenible en Expuestos, FPP: Fracción Prevenida en la Población.

La prevalencia de casos de abejas afectadas por varroasis en las muestras procedentes de apiarios expuestos al panal trampa fue de 5,48 %, mientras que en los apiarios no expuestos (donde no se utiliza el panal trampa) fue de 9,51 %.

Como resultado de este análisis de asociación se pudo determinar que la fracción prevenible en los apiarios expuestos es de 0,42; es decir, la utilización del panal trampa previene la varroasis en un 42 %, de los apiarios expuestos y en un 23 % en toda la población (fracción prevenible en la población), por lo que se explica, que el uso de cuadros zanganeros (conocidos en Cuba por panales trampas de zánganos), está confirmado que elimina el 60 % de *Varroa* mediante la incorporación y posterior eliminación de los cuadros zanganeros.

La reducción relativa de riesgo (RRR) de padecer varroasis fue de 0,43, o sea, el empleo del panal trampa redujo el

43 % de las afectaciones. La reducción absoluta de riesgo (RAR) fue de 0,04.

Para este estudio se separaron las colmenas que presentaban más de 40 % de utilización del panal trampa de las otras; es decir, se separaron aquellas que trabajaban con este control todo el año, o el primer trimestre, de aquellas que no lo utilizan o lo colocan en épocas erróneas.

**Análisis de Riesgo con el Factor «Cambio de Reina»**

Las abejas procedentes de colmenas en apiarios expuestos al cambio de reinas tienen menor probabilidad de afectarse por varroasis, que las abejas procedentes de colmenas de apiarios donde no se realiza el cambio de reinas (razón de prevalencia, RP = 0,77). Por ello, este procedimiento constituye un factor de protección, siendo esta asociación estadística ( $p \leq 0,05$ ) significativa (IC: 95%) [0,72; 0,82] (Tabla 3).

**Tabla 3.** Análisis de riesgo y asociación factor cambio de reinas.

| Grupo            | Asociación |           | Significación estadística |            | Medidas de Impacto |           |      |           |
|------------------|------------|-----------|---------------------------|------------|--------------------|-----------|------|-----------|
|                  | RP         | IC:95%    | $\chi^2$                  | Valor de p | FPE                | IC: 95%   | FPP  | IC: 95%   |
| Cambio de Reinas | 0,77       | 0,72-0,82 | 56,48                     | 0,000      | 0,22               | 0,17-0,27 | 0,01 | 0,01-0,02 |

RP: Razón de prevalencia, IC: Intervalo de Confianza, FPE: Fracción Prevenible en Expuestos, FPP: Fracción Prevenida en la Población.

La prevalencia de casos de abejas afectadas por varroasis en las muestras procedentes de apiarios expuestos al cambio de reinas fue de 6,38 %, mientras que en los apiarios no expuestos (donde no se utiliza el cambio de reinas) fue de 8,26 %.

Como resultado de este análisis de asociación, se pudo determinar que la fracción prevenible en los apiarios expuestos fue de 0,22, por lo que la utilización del cambio de reina previene la varroasis en un 22 % en los apiarios

expuestos y en un 1% en toda la población (fracción prevenible en la población).

La RRR de padecer varroasis fue de 0,23, el empleo del cambio de reinas redujo el 23 % de las afectaciones. La reducción absoluta de riesgo RAR fue de 0,01.

Para este estudio se separaron las colmenas que presentaban más de 75 % de cambio de reinas de las otras. Luego se realizó un conteo de las abejas y los ácaros que presentaban estas muestras en el año 2016.

### Análisis de Riesgo con el Factor «Buenas Prácticas de Manejo»

Las abejas procedentes de colmenas en apiarios con buen manejo de la colmena tienen menor probabilidad de afectarse por varroosis, que las abejas procedentes de

colmenas de apiarios donde no se realiza buen manejo (razón de prevalencia,  $RP = 0,44$ ), por lo que este procedimiento constituye un factor de protección, siendo esta asociación estadística ( $p \leq 0,05$ ) significativa (IC: 95% [0,42; 0,45] (Tabla 4).

**Tabla 4.** Análisis de riesgo y asociación a buenas prácticas de manejo.

| Grupo                      | Asociación |           | Significación estadística |            | Medidas de Impacto |           |      |           |
|----------------------------|------------|-----------|---------------------------|------------|--------------------|-----------|------|-----------|
|                            | RP         | IC: 95%   | $\chi^2$                  | Valor de p | FPE                | IC: 95%   | FPP  | IC: 95%   |
| Buenas prácticas de manejo | 0,44       | 0,42-0,45 | 2 158,53                  | 0,000      | 0,55               | 0,54-0,57 | 0,22 | 0,22-0,23 |

RP: Razón de prevalencia, IC: Intervalo de Confianza, FPE: Fracción Prevenible en Expuestos, FPP: Fracción Prevenida en la Población.

La prevalencia de casos de abejas afectadas por varroosis en las muestras procedentes de apiarios expuestos al buen manejo fue de 4,17 %, mientras que en los apiarios no expuestos (donde no se realiza buen manejo) fue de 9,43 %.

Como resultado de este análisis de asociación, se pudo determinar que la fracción prevenible en los apiarios expuestos es de 0,55, donde la realización de un buen manejo de colmenas previene la varroosis, en un 55 % de los apiarios expuestos, y en un 22 % en toda la población (fracción prevenible en la población). La RRR de padecer varroosis fue de 0,56, donde el buen manejo de colmenas redujo el 56 % de las afectaciones, mientras que la reducción absoluta de riesgo RAR fue de 0,05.

Para este estudio se separaron las colmenas que presentaban más de 40% de buenas prácticas de manejo, de las otras, y se separaron aquellas que trabajaban las colmenas más de dos veces al mes, de aquellas que se trabajan dos veces o menos. Luego se realizó un conteo de las abejas y los ácaros que presentaban estas muestras en el año 2016.

Por todo lo anteriormente expuesto, las abejas procedentes de colmenas en apiarios expuestos al panal trampa, al cambio de reina y a las buenas prácticas de manejo de

colmenas tienen menor probabilidad de afectarse por varroosis que las abejas procedentes de colmenas de apiarios, donde no se utilizan estos métodos de control.

### Análisis de Riesgo con el Factor «Sistema Integral»

Como los tres factores evaluados individualmente resultaron factores de protección a la infestación del ácaro *V. destructor*, se realizó el análisis al sistema integrado, donde se valoraron los datos de estos tres factores. En conjunto, se halló que, al aplicarse el sistema integrado, con los tres elementos, los resultados fueron positivos ( $RP = 0,53$ ), igual que los demostrados con el empleo de cada estrategia por separado, panal trampa ( $RP = 0,57$ ), cambio de reina ( $RP = 0,77$ ) y manejo de la colmena ( $RP = 0,44$ ).

Las abejas procedentes de colmenas en apiarios expuestos a la aplicación del sistema integral, tienen menor probabilidad de afectarse por varroosis, que las abejas procedentes de colmenas de apiarios donde no se utiliza el sistema integrado, o lo hacen deficientemente (razón de prevalencia,  $RP = 0,57$ ), por lo que este sistema constituye un factor de protección, siendo esta asociación estadística ( $p \leq 0,05$ ) (IC: 95% [0,55; 0,59] (Tabla 5).

**Tabla 5.** Análisis de riesgo y asociación del sistema integrado a la ocurrencia de varroosis.

| Grupo             | Asociación |           | Significación estadística |            | Medidas de Impacto |           |      |           |
|-------------------|------------|-----------|---------------------------|------------|--------------------|-----------|------|-----------|
|                   | RP         | IC: 95%   | $\chi^2$                  | Valor de p | FPE                | IC: 95%   | FPP  | IC: 95%   |
| Sistema Integrado | 0,53       | 0,51-0,54 | 1,73                      | 0,000      | 0,42               | 0,40-0,44 | 0,23 | 0,22-0,24 |

RP: Razón de prevalencia, IC: Intervalo de Confianza, FPE: Fracción Prevenible en Expuestos, FPP: Fracción Prevenida en la Población.

La prevalencia de casos de abejas afectadas por varroosis en las muestras procedentes de apiarios expuestos a un mejor trabajo del sistema integrado fue de 54 %, mientras que en los apiarios no expuestos (donde no se realiza buen trabajo del sistema integrado) fue de 100 %. Como resultado de este análisis de asociación, se pudo determinar que la fracción prevenible en los apiarios expuestos es de 0,53, la utilización de un mejor trabajo sistema integrado previene varroosis en un 53 % de los

apiarios expuestos y en un 23% en toda la población (fracción prevenible en la población).

El análisis de riesgo, permite comparar el municipio de mayor tasa de infestación por *V. destructor*, donde peor se aplica el sistema integral, con el municipio de menor tasa de infestación por *V. destructor* y que es, donde mejor se aplica el sistema integral. Ello demostró que la TIA en el municipio Corralillo es mayor que en el municipio Cifuentes, con diferencias significativas (Tabla 6).

**Tabla 6.** Comparación entre el municipio de mejor situación epizootiológica con el de peor situación, en base a la varroosis.

| Municipios | n      | TIA (%) | Proporción        | $\chi^2$ | P valor |
|------------|--------|---------|-------------------|----------|---------|
| Corralillo | 26,000 | 3,6     | 0,03 <sup>a</sup> | 27,10    | 0,00    |
| Cifuentes  | 29,000 | 2,8     | 0,02 <sup>b</sup> |          |         |

<sup>a,b</sup> Letras desiguales en una misma columna difieren estadísticamente  $p \leq 0,001$  por pruebas de comparación de proporción binomial y Chi cuadrado.

### Análisis Económico

La producción de miel, cera y propóleo en la provincia Villa Clara se comportó de la forma siguiente: 1 996,3t

para la miel en los tres años de estudio, además 32,7t de cera y 8,1t de propóleos, ingresándose 31 251 507 €/24 055 415 USD para los productores y 5 167 802 € para el país (Tabla 7).

**Tabla 7.** Producción e ingresos por años.

| Producciones            | Miel       | Cera    | Propóleo | Total por Año |
|-------------------------|------------|---------|----------|---------------|
| Año 2015 (t)            |            |         |          |               |
| Producciones            | 657,7      | 11,7    | 0,8      |               |
| Precio Acopio (cup x t) | 17,900     | 45,000  | 10,000   |               |
| Ingreso Producción      | 11,772,830 | 526,500 | 8,000    | 12,307,330    |
| Precio Mercado (€ x t)  | 2,700      |         |          |               |
| Ingreso Producción      | 1,775,790  |         |          | 1,775,790     |
| Año 2016 (t)            |            |         |          |               |
| Producciones            | 982,1      | 14,7    | 6,3      |               |
| Precio Acopio (cup x t) | 16,758     | 45,000  | 10,000   |               |
| Ingreso Producción      | 16,458,032 | 661,500 | 63,000   | 17,182,531    |
| Precio Mercado (€ x t)  | 2,534      |         |          |               |
| Ingreso Producción      | 2,488,641  |         |          | 2,488,641     |
| Año 2017 (t)            |            |         |          |               |
| Producciones            | 356.5      | 6.3     | 1.0      |               |
| Precio Acopio (cup x t) | 16,758     | 45,000  | 10,000   |               |
| Ingreso Producción      | 5,974,227  | 283,500 | 10,000   | 6,267,727     |
| Precio Mercado (€ x t)  | 2,534      |         |          |               |
| Ingreso Producción      | 903,371    |         |          | 903,371       |

Las colmenas infectadas con varroosis pueden llegar a perder 13 kg en cera por cada t de miel dejada de producir, 19 % de pérdidas de miel. En el período analizado en Villa Clara, de un total de 17 309 colmenas, todas estaban afectadas, y la producción de miel en este periodo fue de 1 993,3, por lo que, si las colmenas de la provincia

no hubiesen estado infestadas por varroosis o la tasa de infestación hubiese sido mínima (que prácticamente no existiera clínica de la enfermedad), las producciones de cera hubiesen alcanzado un rendimiento de 13 kg por t de miel (Tabla 8).

**Tabla 8.** Posibles producciones estimadas e ingresos por años/correlación estimada.

| Producciones            | Miel + 19 % | Cera    | Propóleo | Total x Año |
|-------------------------|-------------|---------|----------|-------------|
| <b>Año 2015 (t)</b>     |             |         |          |             |
| Producciones            | 782,7       | 13,3    | 0,8      |             |
| Precio Acopio (cup x t) | 17,900      | 45,000  | 10,000   |             |
| Ingreso Producción      | 14 009 667  | 598,500 | 8,000    | 14 616 167  |
| Precio Mercado (€ x t)  | 2,700       |         |          |             |
| Ingreso Producción      | 2 113 190   |         |          | 2 113 190   |
| <b>Año 2016 (t)</b>     |             |         |          |             |
| Producciones            | 1 168,1     | 17,1    | 6,3      |             |
| Precio Acopio (cup x t) | 16,758      | 45,000  | 10,000   |             |
| Ingreso Producción      | 19 575 020  | 769,500 | 63,000   | 20 407 519  |
| Precio Mercado (€ x t)  | 2,534       |         |          |             |
| Ingreso Producción      | 2 959 965   |         |          | 2 959 965   |
| <b>Año 2017 (t)</b>     |             |         |          |             |
| Producciones            | 424,2       | 7,2     | 1,0      |             |
| Precio Acopio (cup x t) | 16,758      | 45,000  | 10,000   |             |
| Ingreso Producción      | 7 108 743   | 324,000 | 10,000   | 7 442 743   |
| Precio Mercado (€ x t)  | 2,534       |         |          |             |
| Ingreso Producción      | 1 074 922   |         |          | 1 074 922   |

Con respecto a la producción de miel de abeja, si las colmenas de la provincia no hubiesen estado infestadas por varroosis o la tasa de infestación hubiese sido mínima,

las producciones de miel hubiesen alcanzado 139 t y la producción de cera, cinco t. Con respecto al propóleo, éste no se relaciona con la producción de miel (Tabla 9).

**Tabla 9.** Producciones de miel y cera estimada más ganancias.

| Pérdidas por varroosis       | Miel (t)  | Cera (t) | Ingreso total |
|------------------------------|-----------|----------|---------------|
| Producción estimada          | 379       | 5        | --            |
| Diferencia productores       | 6 488 342 | 220 500  | 6 708 842     |
| Diferencia ingreso provincia | 1 320 539 |          | 1 541 039     |

Los resultados del presente estudio demuestran que la aplicación del sistema integral como método de prevención y control, permite reducir las tasas de infestación de varroosis en el territorio, siendo importante la capacitación de los propietarios de colmenas sobre estos temas (panal trampa, cambio de reina y buenas

prácticas de manejo de colmenas), asegurar los recursos que se necesiten, para lo que dependa del apicultor, se realice con calidad y lo que no esté a su alcance, lo suministren las entidades facultadas para ello. Como trabajo de sistema integrado contra la *V. destructor*, el Departamento de Sanidad Animal de la provincia debe

garantizar el cumplimiento estricto de las medidas como sistema, y, por tanto, las colmenas serán más sanas y las producciones aumentarán.

## DISCUSIÓN

En cuanto a los resultados obtenidos en los apiarios expuestos al panal trampa, estos resultados concuerdan con los obtenidos por otros autores al respecto (Guzmán-Novoa *et al.*, 2010b; Cabrera, 2012; Roth *et al.*, 2020).

La prevalencia de casos de abejas afectadas por varroosis en las muestras procedentes de apiarios expuestos al panal trampa, coinciden con los obtenidos por otros autores (Adjlane *et al.*, 2013; Medina-Flores *et al.*, 2014b; Eliash & Mikheyev, 2020). Como resultado de este análisis de asociación se pudo determinar que la fracción prevenible en los apiarios, donde la utilización del panal trampa previene la varroosis; además del uso de cuadros zanganeros (CONASA, 2004), conocidos en Cuba por panales trampas de zánganos, donde está confirmado que elimina el 60 % de *Varroa* mediante la incorporación y posterior eliminación de los cuadros zanganeros (Anido *et al.*, 2012; Cabrera, 2012).

La reducción relativa de riesgo (RRR) y la reducción absoluta de riesgo (RAR) de padecer varroosis fue mucho menor, o sea, el empleo del panal trampa redujo las afectaciones, coincidiendo con otras investigaciones que han demostrado que la *V. destructor* se encuentra 12 veces más en las celdillas zanganeras en relación con las celdillas de obreras (Paz *et al.*, 2008; Dahmane, 2020; Roth *et al.*, 2020).

La prevalencia de casos de abejas afectadas por varroosis en las muestras procedentes de apiarios expuestos al cambio de reinas fue menor, mientras que en los apiarios no expuestos (donde no se utiliza el cambio de reinas) fue ligeramente superior; estos resultados coinciden con los obtenidos por otros investigadores (Guzmán-Novoa *et al.*, 2010a; Dobrynin *et al.*, 2013; Roth *et al.*, 2020; Allam *et al.*, 2021).

Como resultado del análisis, la utilización del cambio de reina previene la varroosis en un 22 % de los apiarios expuestos y en un 1 % en toda la población, coincidiendo con Sanabria *et al.* (2015), que plantean que reinas seleccionadas en un centro especializado tienen mejores hábitos higiénicos y mecanismos de defensa para la *V. destructor*, por tanto, mayor producción de miel. Estos resultados pudieran ser mejores si se trabajara con los

centros de abejas reinas, ya que existen problemas con la certificación de los centros de reproducción, ya que los pies de crías no están seleccionados genéticamente.

La prevalencia de casos de abejas afectadas por varroosis en las muestras procedentes de apiarios expuestos al buen manejo fue menor, mientras que en los apiarios no expuestos (donde no se realiza buen manejo) fue mayor, prácticamente el doble, dichos resultados concuerdan con los alcanzados por Bande *et al.* (2009) y Mitzman (2012).

La fracción prevenible en los apiarios expuestos fue de 0,55, donde la realización de un buen manejo de colmenas previene la varroosis, en los apiarios expuestos, y en un 22 % en toda la población (fracción prevenible en la población). Si se reemplaza la abeja reina de las colmenas, se renuevan seis panales de la cámara de cría, se realiza crecimiento vertical de la colmena acorde con la población de abejas, alimentación suplementaria, incluyendo ofertar el agua y mantenimiento de la higiene interior de la colonia y del apiario, las tasas disminuirían ostensiblemente, todo lo cual concuerda con lo planteado por otros autores al respecto (Bande, 2004; Dahmane, 2020; Allam *et al.*, 2021; Ali & Ghramh, 2021), pero las condiciones de transportación y de combustible juegan un papel primordial para que los apicultores, conocedores de la actividad, no realicen todas las tareas al colmenar en tiempo y con la calidad que requiere la varroosis.

Las abejas procedentes de colmenas en apiarios expuestos al panal trampa, al cambio de reina y a las buenas prácticas de manejo de colmenas tienen menor probabilidad de afectarse por varroosis que las abejas procedentes de colmenas de apiarios, donde no se utilizan estos métodos de control, lo cual coincide con lo obtenido por Demedio (2001) y Kamler *et al.* (2016).

Los resultados obtenidos en relación con la prevalencia de casos de abejas afectadas por varroosis en las muestras procedentes de apiarios expuestos, y en los no expuestos coinciden con los alcanzados por Martin (2001). Se corroboró, que la utilización de un mejor trabajo sistema integrado previene varroosis sustancialmente, cuyos resultados coinciden con los alcanzados por otros autores en diferentes latitudes del planeta (Verde-Jiménez & Chan-Valdés, 2005; Abdelkader *et al.*, 2014; Kirrane *et al.*, 2018; Dahmane, 2020; Allam *et al.*, 2021).

Las colmenas infectadas con varroosis pueden llegar a perder 13 kg en cera por cada t de miel dejada de producir (Dahmane, 2020; Kiprotich *et al.*, 2020; Noël *et al.*, 2020). En el período analizado en Villa Clara, del total de colmenas analizadas, todas estaban afectadas, por

lo que, si las colmenas de la provincia no hubiesen estado infestadas por varroosis o la tasa de infestación hubiese sido mínima, las producciones de cera hubiesen alcanzado un rendimiento mucho mayor, lo cual corrobora los criterios de Martin (2001).

Se concluye, que el empleo del panal trampa constituye un factor de protección, al igual que el cambio de reina y las buenas prácticas, tanto individual como conjuntamente, ya que previenen significativamente la varroosis. La varroosis afectó tanto a la producción de miel como la de cera y, en consecuencia, los ingresos de los productores en la provincia Villa Clara.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abdelkader, F.B.; Kairo, G.; Tchamitchian, S.; Cousin, M.; Senrchal, J.; Crauser, D.; Vermandere, J.P.; Alaux, C.; Le Conte, Y.; Belzunces, L.P.; Barbouche, N. & Brunet, J.L. 2014. Semen quality of honey bee drones maintained from emergence to sexual maturity under laboratory, semi-field and field conditions. *Apidologie*, 45: 215-223.
- Adjlane, N.; Haddad, N.J. & Tarek, E. 2013. Evaluation of the efficacy of different acaricides against *Varroa destructor* on *Apis mellifera intermissa* in Algeria. *Acarina*, 21: 141-146.
- Allam, S.F.M.; Hassan, M.F.; Hassan, A.S. & Abada, M.K.A. 2021. Simple approaches for environmental and mechanical management of the *Varroa mite*, *Varroa destructor* Anderson and Trueman (Parasitiformes: Varroidae), on the honey bee, *Apis mellifera* L. (Hymenoptera: Apidae) in Egypt. *Egyptian Journal of Biological Pest Control*, 31: 1-7.
- Alaux, C.; Ducloz, F.; Crauser, D. & Le Conte, Y. 2010. Diet effects on honeybee immunocompetence. *Biological Letter*, 6: 562-565.
- Ali, K.K. & Ghramh, H.A. 2021. An Investigation on the efficacy of hygienic behaviour of various honey bee (*Apis mellifera*) races toward *Varroa destructor* (Acari: Varroidae) mite infestation. *Journal of King Saud University-Science*, 33: 101393.
- Anido, M.; Branchiccela, B.; Castelli, L.; Harriet, J.; Campá, J.P.; Zunino, P. & Antúnez, K. 2012. *Epidemiología de los principales patógenos de interés apícola en Uruguay. En: Jornada de Apicultura (2012, San José de Mayo, UY). "Avances sobre el manejo de la colmena"*. La Estanzuela, INIA Serie Actividades de Difusión no. 683. <http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/653/1/112761180612103449.pdf>
- Arechavaleta-Velasco, M.E.; Alcalá-Escamilla, K.; Robles-Ríos, C.; Tsuruda, J.M. & Hunt, G.J. 2012. Fine scale linkage mapping reveals a small set of candidate genes influencing honey bee grooming behaviour in response to *Varroa* mites. *PLoS ONE*, 7: e47269.
- Bande, J.M. 2004. *Informe de Balance 2004 y Primer Trimestre 2005*. Reunión Nacional de Balance. Vicepresidencia de Apicultura. GEAM. Cuba.
- Bande, J.M.; Delgado, C. & Valle, Y. 2009. *Estudio del impacto de los huracanes, como riesgo natural para la apicultura cubana*. VI Congreso Centroamericano y del Caribe de Integración y Actualización Apícola, del 24 al 26 de junio de 2009. Boca China, República Dominicana.
- (BAP) Boletín Apícola de Producción. 1996. (enero-diciembre). Empresa Cubana de Apicultura. Ministerio de la Agricultura. 8 pp.
- (BAP) Boletín Apícola de Producción. 1997. (enero-diciembre). Empresa Cubana de Apicultura. Ministerio de la Agricultura. 11 pp.
- (BAP) Boletín Apícola de Producción. 2000. (enero-diciembre). Empresa Cubana de Apicultura. Ministerio de la Agricultura. 17 pp.
- Beaurepaire, A.L.; Krieger, K.J. & Moritz, R.F.A. 2017. Seasonal cycle of inbreeding and recombination of the parasitic mite *Varroa destructor* in honey bee colonies and its implications for the selection of acaricide resistance. *Infectious Genetics Evolution*, 50: 49-54.
- Berkelaar, D.; Davis, K. & Cox, D. 2001. Control of mites in honey bees. *ECHO Development Notes*, 73: 1-3.
- Cabrera, F. 2012. La apicultura en Ecuador. Antecedentes Históricos. *La Mellifera*, 8: 1-5.
- Cheruiyot, S.K.; Lattorff, H.M.G. & Kahuthia-Gathu, R. 2018. *Varroa*- specific hygienic behavior of

- Apis mellifera scutellata* in Kenya. *Apidologie*, 49: 439-449.
- (CONASA) Comisión Nacional de Sanidad Apícola. 2004. Recomendaciones para el Control de Varroa. *Revista Actualidad Apícola*, 84: 62-63.
- Dahmane, A. 2020. *Apis mellifera* Keeping in Mila District fromn Algeria: Colony Management and *Varroa destructor* Control Practices. *Mellifera*, 20: 1-17.
- DHAMM. 2013. *Principios éticos para las investigaciones médicas en seres humanos*. 64ª Asamblea General, Fortaleza, Brazil, octubre. World Medical Association, Inc. – All Rights reserved. pp. 9.
- Demedio, J. 2001. *La varroasis de las abejas en una zona de la provincia de La Habana. Agente etiológico. Índices de infestación y control biotécnico y químico* [Tesis doctoral]. La Habana: Repositorio de Publicaciones e Intercambio Científico, Universidad Nacional Agraria de La Habana.
- Dobrynin, N.D.; Colombo, M. & Eördegh, F.R. 2013. A comparative study of diagnostic methods for detection of *Varroa destructor* infestation level in honey bee (*Apis mellifera*) colonies. *Acarina*, 21: 3-16.
- Eliash, N. & Mikheyev, A. 2020. *Varroa mite* Evolution: a neglected aspect of worldwide bee collapses?. *Current Opinion in Insect Science*, 39:21-26.
- Floris, I.; Pusceddu, M. & Satta, A. 2020. How the infestation level of *Varroa destructor* affects the distribution pattern of multi-infested cells in worker brood of *Apis mellifera*. *Veterinary Sciences*, 7: 1-9.
- Guzmán-Novoa, E.; Eccles, L.; Calvete, Y.; MCGowan, J.; Kelly, P.G. & Correa-Benítez, A. 2010a. *Varroa destructor* is the main culprit for the death and reduced populations of overwintered honey bee (*Apis mellifera*) colonies in Ontario, Canada. *Apidologie*, 41: 443-450.
- Guzmán-Novoa, E.; Eccles, L.; McGowan, J.; Kelly, P.; Belt, B. & Calvete, Y. 2010b. *The Syndrome of the collapse of the colonies in North America*. Memories of the XXIV one American seminar of Beekeeping, Cuernavaca, Mexico.
- Hamiduzzaman, M.M.; Emsen, B.; Hunt, G.J.; Subramanyam, S.; Williams, C.E.; Tsuruda, J.M. & Guzman-Novoa, E. 2017. Differential gene expression associated with honey bee grooming behavior in response to *Varroa mites*. *Behaviour Genetics*, 47: 335-344.
- Harris, J.W. & Harbo, J.R. 2001. Natural and suppressed reproduction of *Varroa mites*. *Bee Culture*, 129: 34-38.
- Kamler, M.; Nesvorna, M.; Stara, J.; Erban, T. & Hubert, J. 2016. Comparison of tau-fluvalinate, acrinathrin, and amitraz effects on susceptible and resistant populations of *Varroa destructor* in a vial test. *Experimental Applied Acarology*, 69:1-9.
- Kiprotich, C.S.; Kahuthia, G.R.; Patrick, M.J.; Mull, E. & Lattorff, M.G. 2020. Population abundance of *Varroa destructor* and its effects on *Apis mellifera* scutellata colonies in Kenya. *Experimental and Applied Acarology*, 82: 171-184.
- Kirrane, M.J.; de Guzman, L.I.; Whelan, P.M.; Frake, A.M. & Rinderer, T.E. 2018. Evaluations of the removal of *Varroa destructor* in Russian honey bee colonies that display different levels of Varroa sensitive hygienic activities. *Journal of Investigation Behaviour*, 31: 283-297.
- Kurze, C.; Routtu, J. & Moritz, R.F.A. 2016. Parasite resistance and tolerance in honey bees at the individual and social level. *Zoology*, 119: 290-297.
- Martin, S.J. 2001. The role of *Varroa* and viral pathogens in the collapse of honey bee colonies: a modelling approach. *Journal Apply Ecology*, 38: 1082-1093.
- Martínez, J. 2007. Antecedentes de la varroasis en Cuba. Taller de Control Alternativo de *Varroa*. 2<sup>do</sup> Congreso Cubano de Apicultura y 1<sup>er</sup> Encuentro Latinoamericano de Apicultores, del 16 al 19 de enero de 2007. La Habana, Cuba.
- Medina-Flores, C.A.; Guzmán-Novoa, E.; Espinosa-Montaño, L.G.; Uribe-Rubio, J.L.; Gutiérrez-Luna, R. & Gutiérrez-Piña, F.J. 2014a. Frequency of varroaosis and nosemosis in honeybee (*Apis mellifera*) colonies in the state of Zacatecas, Mexico. *Revista Chapingo*, 20: 159-167.
- Medina-Flores, C.A.; Guzmán-Novoa, N.; Hamiduzzaman, M.; Aréchiga-Flores, F. & López-Carlos, M.A. 2014b. Africanized honey

- bees (*Apis mellifera*) have low infestation levels of the mite *Varroa destructor* in different ecological regions in Mexico. Genetic Molecular Research, 13:7282-7293.
- Mitzman, D. 2012. *Italian beekeepers battle virus-spreading mites*. <https://www.dw.com/en/italian-beekeepers-battle-virus-spreading-mites/a-16041719>
- Mondet, F.; Beaufrepaire, A.; McAfee, A.; Locke, B.; Alaux, C.; Blanchard, S.; Alaux, C.; Blanchard, S.; Dank, B. & Le Conte, Y. 2019. Honey bee survival mechanisms against the parasite *Varroa destructor*: a systematic review of phenotypic and genomic research efforts. International Journal of Parasite, 50: 433-447.
- Murilhas, A.M. 2002. *Varroa destructor* infestation impact on *Apis mellifera* carnica capped worker brood production, bee population and honey storage in a Mediterranean climate. Apidologie, 33: 271-281.
- Neumann, P. & Carreck, N.L. 2010. Honey bee colony losses. Journal Apiculture Research, 49:1-6.
- Noël, A.; Le Conte, Y. & Mondet, F. 2020. *Varroa destructor*: how does it harm *Apis mellifera* honey bees and what can be done about it?. Emerging Topics in Life Sciences, 4: 45-57.
- Paz, C.; López, C. & Suárez, R. 2008. *Cambios observados en el clima*. Curso de Cambio Climático. Ed. Cadena. La Habana, Cuba.
- Potts, S.G.; Biesmeijer, J.C.; Kremen, C.; Neumann, P.; Schweiger, O. & Kunin, W.E. 2010. Global pollinator declines: trends, impacts and drivers. Trends Ecology Evolution, 25: 345-353.
- Prandin, L.; Dainese, N.; Girardi, B.; Damolin, O.; Piro, R. & Mutinelli, F. 2001. *Varroosis control: Stability of homemade oxalic acid water sugar solution*. Proc. 37<sup>th</sup> Int. Apic. Congr. 28 Oct.-1 Nov. 2001, Durban, South Africa.
- Pritchard, D.J. 2016. Grooming by honey bees as a component of *Varroa* resistant behavior. Journal of Apiculture Research, 55: 38-48.
- Ramsey, S. 2018. *The acari Varroa feeds mainly of the fatty corporal fabric of the melliferous bee*. [Doctorate thesis]. Maryland: EE.UU.
- Roth, M.A.; Wilson, J.M.; Tignor, K.R. & Gross, A.D. 2020. Biology and Management of *Varroa destructor* (Mesostigmata: Varroidae) in *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae) Colonies. Journal of Integrated Pest Management, 11: 1-8.
- Sanabria, J.; Demedio, J.; Pérez, T.; Peñate, I.; Rodríguez, D. & Lóriga, W. 2015. Índices de infestación por *Varroa destructor* en colmenas sin medidas de control. Revista de Salud Animal, 37: 118-124.
- Tamura, K.; Stecher, G.; Peterson, D.; Filipinski, A. & Kumar, S. 2013. MEGA6: molecular evolutionary genetics analysis version 6.0. Molecular Biology Evolution, 30: 2725-2729.
- Uchida, J. 2011. *Guide of sanity apicola: illnesses of the breedings and basic*. USDA Manual ARS-NE-87/ Beltsville, Ma. 18 pp.
- Valle, Y.; Bande, J. & Alvero, J. 2010. *Relación de las enfermedades de las abejas (Apis mellifera), con la producción de miel y la presentación de mieles contaminadas*. Evento de Base del XVI Fórum de Ciencia y técnica de la Oficina Central de la Empresa Apícola Cubana, 29 de octubre de 2010.
- Verde-Jiménez, M. & Chan-Valdés, S. 2005. Estrategia de lucha integrada para el control de *Varroa*: Resultados y experiencia cubana. REDVET, 6 (10), <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n101005/100507.pdf>

Received March 3, 2021.

Accepted April 6, 2021.