

Universidad Nacional (UNA)  
Sistema de Estudios de Postgrado (SEPUNA)  
Centro de Investigaciones Apícolas Tropicales (CINAT)  
Maestría en Apicultura Tropical (MAT)

“Control Integrado del ácaro *Varroa destructor* en colmenas de abejas africanizadas utilizando  
la trampa de fondo”

Ing. Agr. Bredy Abdiel Rodríguez Cruz.

Trabajo presentado para optar al grado de Máster en Apicultura Tropical. Cumple con los requisitos establecidos por el Sistema de Estudios de Postgrado de la Universidad Nacional. Heredia, Costa Rica.

Campus Presbítero Benjamín Núñez  
Heredia, Costa Rica

Noviembre 2023

Tutores:

Dr. Gabriel Zamora Fallas

Dr. Johan van Veen

M.Sc. Eduardo Herrera

Asesores:

Dr. Rafael Ángel Calderón Fallas

M.Sc. José Fernando Ramírez Arias

Este trabajo se realizó bajo el auspicio del Centro de Investigaciones Apícolas Tropicales (CINAT), de la Universidad Nacional.

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco a Dios por darme la oportunidad de culminar esta experiencia en el Centro de Investigaciones Apícolas Tropicales (CINAT) de la Universidad Nacional.

A los profesores de los cursos Práctica Especializada I y II, por la buena disposición hacia mis consultas, los cuales muy amablemente respondieron y que me sirvieron de mucho para culminar este proceso académico.

A los asesores de tesis: Dr. Rafael A. Calderón Fallas y M.Sc. José Fernando Ramírez Arias. Por sus valiosos aportes, sugerencia y recomendaciones para realizar este proyecto de graduación.

A mi familia por brindarme siempre todo el apoyo incondicional.

## DEDICATORIA

Primeramente, le quiero dedicar esta tesis a mi Dios padre Todopoderoso por haber iluminado mis pasos y haber sido mi guía durante todo este camino.

A mi amada familia, esposa y a mis hijos, por su sacrificio y esfuerzo, ya que siempre confiaron en mi capacidad y aunque pasamos por circunstancias difíciles, siempre estuvieron brindándome su amor, cariño y comprensión. Ustedes fueron mi fuente de inspiración para mi superación personal.

También quiero dedicarle esta meta a mi madre y a mi padre, quienes siempre me dieron palabras de aliento para seguir hacia adelante y lograr culminar.

Gracias a todos.

## RESUMEN

En el presente estudio se evaluó la efectividad de la trampa de fondo en el control del ácaro *Varroa destructor* en colmenas de abejas africanizadas; el estudio se realizó en un apiario del Centro de Investigaciones Apícolas Tropicales del CINAT- UNA, ubicado en Atenas provincia de Alajuela durante los meses de mayo a agosto del 2023. Se seleccionaron 10 colmenas, se cuantificó y se registró la caída natural del ácaro durante 4 semanas.

Esta trampa consistió en un fondo de madera (50 x 42 cm), cubierto con un cedazo metálico en la parte superior, el cual permitió el paso de los ácaros, y a su vez impidió que las abejas los remuevan. En el interior de cada trampa, se colocó una lámina de cartulina blanca impregnada con vaselina y previamente cuadrículada la cual facilitó el conteo de los ácaros que cayeron diariamente. Para no disturbar las abejas, la cartulina se introdujo por la parte posterior de la colmena, la cual se reemplazó una vez por semana.

Para determinar la efectividad de la trampa de fondo, se cuantificó la caída natural de ácaros durante 4 semanas. Posteriormente se aplicaron cuatro tiras de la acaricida flumetrina (Bayvarol®, como producto de choque) a cada colmena durante seis semanas con el fin de eliminar los ácaros remanentes en las colmenas.

La caída natural del ácaro *varroa* fue de 1305 ácaros con un  $\bar{x}$  de  $164 \pm 62$ ; mientras que la mayor cantidad de ácaros se observó en la semana #3 colectándose 567 ácaros con un  $\bar{x}$   $71 \pm 45$ , y la menor cantidad se obtuvo en la semana #1 de muestreo colectándose 143 ácaros con una  $\bar{x}$  de  $18 \pm 23$ . Al aplicar flumetrina (Bayvarol)® como producto de choque se eliminaron 1793 ácaros remanentes. Durante un periodo de 4 semanas, se eliminó un 42.2% de los ácaros presentes en la colmena mediante la trampa de fondo. Finalmente se debe indicar que la trampa de fondo nos permitió una efectividad notable en el control de la varroa, por lo que este método puede ser tomado en cuenta como una estrategia de manejo en el control integrado de esta enfermedad en colmenas de abejas africanizadas.

## ÍNDICE

Resumen	iv
Lista de cuadros	vii
Lista de figuras	viii
I. Introducción	01
1.1 Varroosis, agente causal y Manejo integrado	01
II. Justificación	04
III. Objetivos	06
3.1 objetivo general	06
3.2 objetivo específico	06
IV. Pregunta de investigación	07
V. Hipótesis	07
VI. Marco teórico	08
6.1 Etiología origen y distribución	08
6.2 Biología y reproducción	08
6.3 Control	09
6.4 Método de control integrado	09
6.5 Uso de la trampa de fondo en las colmenas en las colmenas de abejas africanizadas	09
VII. Metodología	10
7.1 Sitio Experimental	10
7.2 Infestación inicial y final de las colmenas	10
7.3 Trampa de fondo	11
7.4 Efectividad de la trampa	12
7.5 Efectividad de la trampa calculada mediante la infestación de las colmenas	12

7.6 Evaluación de posibles efectos adversos de la trampa de fondo en las colmenas	13
7.7 Evaluación de ácaro colectado en la trampa de fondo para registrar posibles lesiones en el idiosoma y extremidades	13
7.8 Análisis de los datos	13
VIII. Resultados	14
8.1 Caída natural del ácaro	14
8.2 Efectividad de la trampa considerando la infestación de las colmenas	17
8.3 Lesiones observadas en el ácaro	18
IX. Discusión	22
X. Conclusiones	25
XI. Recomendaciones	26
XII. Referencias	27

## Lista de cuadros

<b>Cuadro 1.</b>	Caída natural del ácaro Varroa en colmenas de abejas africanizadas (n= 8), (Promedio $\pm$ DS) durante un periodo de cuatro semanas	14
<b>Cuadro 2.</b>	Mortalidad de ácaros colectados con la aplicación de producto de choque (flumetrina) en colmenas de abejas africanizadas (n=8), (promedio $\pm$ DS) durante un período de 6 semanas	16
<b>Cuadro 3.</b>	Porcentaje de infestación inicial y final de las colmenas (n= 8) evaluado en abejas adultas	17
<b>Cuadro 4.</b>	Evaluación de lesiones en ácaros (n= 241) caídos de manera natural	19
<b>Cuadro 5.</b>	Evaluación de lesiones en ácaros (n= 302) colectados durante la aplicación del producto de choque (flumetrina)	20

## Lista de figuras.

<b>Figura 1.</b> Trampa de fondo	11
<b>Figura 2.</b> Periodo de muestreo de ácaros	15
<b>Figura 3.</b> Mortalidad de ácaros caídos con flumetrina	16
<b>Figura 4.</b> Infestación inicial y final de las colmenas	18
<b>Figura 5.</b> Ácaro con lesión en el idiosoma	21
<b>Figura 6.</b> Lesión tipo muesca (corte circular) en el idiosoma	21

## I. INTRODUCCION

### 1.1 Varroosis: agente causal y manejo integrado.

La Varroosis es una enfermedad parasitaria de las abejas melíferas (*Apis mellifera*), causada por el ácaro *Varroa destructor* (Anderson y Trueman, 2000). Es una de las enfermedades más comunes de nuestra región y constituye la principal amenaza para la apicultura mundial (Giménez et al., 2017).

El ácaro Varroa es considerado como el agente etiológico más importante de las colmenas, por el daño directo que causa a las abejas (Robert et al., 2015). Se alimenta de la cría (larvas y pupas), causando alteraciones en su morfología y fisiología (Genersch y Aubert, 2010). Además, está descrito que actúa como vector de diferentes agentes infecciosos, principalmente virus (Casiaan et al., 2014). Tradicionalmente se ha reportado, que se alimenta de la hemolinfa de las abejas melíferas, sin embargo, estudios recientes indican que se alimenta del tejido corporal graso, el cual es un órgano en los insectos, que cumple una función similar al hígado de los mamíferos (Ramsey, 2018).

La reproducción del ácaro Varroa, ocurre en la cría sellada de obrera y zángano (Martin y Kemp, 1997; Martin y Kryger, 2002; Kralj y Fuchs, 2006). El ciclo reproductivo inicia cuando el ácaro abandona a la abeja adulta e ingresa a una celda con cría unas horas antes de ser sellada (Moretto y Leónidas, 2003). La primera oviposición ocurre entre 60 y 70 horas después de operculada la celda, los siguientes huevos son colocados a un intervalo de 30 horas entre ellos. Del primer huevo emerge un macho y del resto hembras (Martin, 1994).

Para el control de *Varroa destructor*, se han utilizado diferentes acaricidas químicos, con la finalidad de disminuir la población de ácaros en las colmenas de abejas melíferas (Bailey y Ball, 1991). Sin embargo, es importante tomar en cuenta que el uso indiscriminado de estos productos ha provocado que el ácaro desarrolle resistencia. Además, la aplicación de acaricidas químicos representa un riesgo para la salud pública, debido a la posible contaminación de los productos de la colmena, como la miel, por lo que deben ser aplicados en un momento estratégico del año (Molina et al., 1990). También, se debe indicar que ninguno de los acaricidas posee un 100% de efectividad en el control de este parásito.

Lo anterior, ha conllevado al estudio de métodos de control integrado, con la finalidad de disminuir la aplicación de acaricidas químicos. Algunos de estos métodos biotécnicos están relacionados con la selección de líneas de abejas resistentes a *Varroa*, con un alto comportamiento higiénico y con una buena capacidad de limpieza. Manteniendo las características de producción de miel y la reproducción de las colonias (Vaziritabar et al., 2016).

Adicionalmente, se ha desarrollado un método denominado trampa de fondo, el cual está relacionado con la remoción del ácaro *V. destructor* del cuerpo de la abeja adulta, mediante el comportamiento de limpieza (acicalamiento o autolimpieza) y su captura y eliminación fuera de la colmena, mediante esta trampa (Calderón, 2010; Araneda et al., 2011; Reyes, 2016). Lo anterior puede considerarse como un método de control biotécnico (control biológico - mecánico), ya que, al capturar los ácaros, estos no reinfestan nuevamente a las abejas.

Calderón (2010) y Calderón et al. (2023) investigaron sobre la reducción de la población de *V. destructor* en colmenas de abejas africanizadas, con la trampa de fondo. Para lo cual, a cada colmena se le colocó una trampa para coleccionar los ácaros que caen de manera natural. Esta trampa consistió en un marco de madera cubierto con cedazo y una cartulina blanca impregnada de vaselina, la cual facilitó que los ácaros quedaran adheridos. Las cartulinas se cambiaron semanalmente, trasladándolas al laboratorio de Patología Apícola para cuantificar y registrar la mortalidad natural de ácaros.

A la fecha los reportes, sobre la cantidad de ácaros que caen de manera natural en abejas africanizadas y quedan atrapados mediante la trampa de fondo, los cuales son eliminados de la colmena, son escasos. Por lo anterior, en este estudio se evaluó la efectividad de la trampa de fondo en el control de Varroa para incorporarla como parte del control integrado. Lo anterior, con el fin de disminuir la población de ácaros y reducir la aplicación de acaricidas químicos en la colmena, disminuyendo el riesgo de contaminación de productos, como la miel y el polen.

## II. JUSTIFICACION

Actualmente en la apicultura se ve perjudicada diferentes enfermedades que afectan a las colmenas, siendo la Varroosis la de mayor importancia económica. Se han desarrollado métodos para su control, basados en el uso de acaricidas químicos, los cuales pueden tener consecuencias negativas en la colmena (Beyer et al., 2018). Se debe indicar, que estos acaricidas no han resuelto el problema de esta enfermedad parasitaria, ya que han provocado el deterioro y la vulnerabilidad de las colonias, generando resistencia del ácaro a la molécula, disminuyendo su efectividad. Por tanto, se debe conocer los mecanismos de respuesta natural desarrollados por las abejas africanizadas ante la presencia del ácaro e incorporar métodos de control integrado (Vaziritabar et al., 2016). Como se indicó, las abejas remueven ácaros de su cuerpo, mediante su comportamiento de limpieza (acicalamiento o autolimpieza), sin embargo, estos ácaros caen al fondo (piso) de la colmena y pueden reinfestar nuevamente a las abejas. Por lo cual, se ha utilizado la trampa de fondo, para garantizar su captura y eliminación fuera de la colmena (Calderón, 2010; Araneda et al., 2011; Reyes, 2016; Calderón et al., 2023).

Se han realizado ensayos utilizando diferentes trampas de fondo. Por ejemplo, Calderón et al. (2023) describen que la trampa utilizada consistió en un fondo de madera (50 x 42 cm), cubierta por un cedazo metálico en la parte superior (tamiz de 6 agujeros por cm<sup>2</sup>), lo que permitió el paso de los ácaros, pero a su vez impidió que las abejas lo removieran. En el interior de la trampa (bandeja móvil) se colocó una lámina de cartulina blanca, la cual se impregnó con vaselina y se cuadrículó para facilitar el conteo de los ácaros caídos. Cada lamina fue retirada y reemplazada semanalmente durante el periodo de estudio. Este método de la trampa de fondo permitió establecer una efectividad de 25.7% en la eliminación de ácaros caídos naturalmente.

Por otro lado, Reyes (2016) diseñó una trampa de piso para la captura del ácaro varroa, con las siguientes características: ancho 37 cm, largo 48 cm y altura 0.8 cm. Cada trampa con un cedazo de 3 mm de abertura en la parte superior, mientras en la parte inferior se colocó una lámina de cartulina blanca, la cual fue marcada con 9 cuadrículas para facilitar el conteo de los ácaros caídos. No se indicó la cantidad de ácaros removidos, sin embargo, recomendó su uso.

Araneda y Calzadilla (2011) encontraron que las trampas para el control de varroa modelo de tubos y modelo de malla, utilizadas en la parte inferior de la colmena, son igualmente eficaces en la captura y recuento diario de ácaros. Por lo que ambas trampas constituyen una alternativa de control físico y pueden ser parte de una estrategia de control integrado.

El presente estudio está relacionado con el control integrado del ácaro *V. destructor* en colmenas de abejas africanizadas utilizando la trampa de fondo. Con esta técnica, se busca reducir los niveles de infestación del ácaro Varroa en las colmenas evitando así el uso de acaricidas químicos y previniendo la contaminación de los productos de la colmena. Lo anterior para mantener colmenas fuertes y saludables para la producción de miel de buena calidad.

### III. OBJETIVOS

➤ Objetivo general

Determinar la efectividad de la trampa de fondo en el control del ácaro *Varroa destructor* en colmenas de abejas africanizadas.

➤ Objetivos específicos

1. Medir la mortalidad natural del ácaro *Varroa destructor* mediante la trampa de fondo para estimar su uso en colmenas de abejas africanizadas.

2. Evaluar la efectividad de la trampa de fondo en el control del ácaro *Varroa* para recomendar su uso en el manejo integrado.

3. Realizar observaciones sobre posibles efectos adversos de la trampa de fondo en las colmenas para descartar afectaciones en su desarrollo.

4. Examinar ácaros de *Varroa* colectados en la trampa de fondo para registrar posibles lesiones en el idiosoma y extremidades

#### **IV. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN**

¿Cuál es la efectividad de la trampa de fondo en el control de ácaro *Varroa destructor* en colmenas de abejas africanizadas?

#### **V. HIPÓTESIS**

La trampa de fondo tiene una efectividad de un 30 % en el control del ácaro *Varroa destructor*.

## VI. MARCO TEORICO

### 6.1 Etiología, origen y distribución

La Varroosis es causada por el ácaro *V. destructor* (Anderson y Trueman, 2000), el cual es un parásito que afecta a las abejas adultas y a su cría, causando grandes pérdidas en la apicultura a nivel mundial (De la Sota y Bacci, 2004; CONASA, 2006).

El ácaro *V. destructor* se descubrió en el año 1904 por Jacobson en abejas asiáticas en la isla de Java. Ese mismo año fue descrito por Oudemans llamándolo *Varroa jacobsoni* (Bailey, 1984; Castillo, 1992; Ferrer et al (1995). Después fue reclasificado como *V. destructor* (Mesostigmata: Varroidae) (Anderson y Trueman, 2000).

### 6.2 Biología y reproducción

La reproducción del ácaro ocurre en el interior de la celda con cría sellada, en donde el macho comienza a aparearse tan pronto como se desarrolle la primera hembra (Rodríguez Cepero, 2016). La hembra oviposita de 1 a 6 huevos en la celda con cría de *A. mellifera*. El primer huevo es puesto por la hembra después de 60 horas de que la celda es operculada, los siguientes huevos son colocados a un intervalo de 30 horas.

Del primer huevo se desarrolla un macho y de los demás huevos se desarrollan hembras, con las cuales el macho eventualmente se aparea dentro de la celda operculada (Shimanuki et al., 1992). La duración del periodo completo de la metamorfosis tarda de 6 a 6.5 días en los machos y de 5.0 a 5.5 días en las hembras. Por cada madre, solo 1 a 2 hijas tienen el tiempo suficiente para desarrollarse y copular antes de que la obrera abandone su celda (Bailey y Ball, 1991).

### **6.3 Control**

Para controlar la Varroosis se han empleado acaricidas químicos y orgánicos que van desde los piretroides, organofosforados, formamidinas, aceites esenciales y ácidos orgánicos, los cuales son utilizados por los productores apícolas en diferentes partes del mundo. Sin embargo, es importante mencionar que la aplicación de acaricidas químicos, pueden contaminar los productos de la colmena, como la miel, siendo un riesgo para la salud pública y que el ácaro desarrolle resistencia al principio activo.

Por tal razón el uso de estos acaricidas está limitado hasta después de la cosecha de miel, para evitar dichos inconvenientes (Ritter, 1984). Además, se debe señalar que ningún control químico posee un 100 % de efectividad en el control de este parásito. Razón por la cual, es oportuno alternar el uso de acaricidas con métodos de control integrado, para evitar que el ácaro varroa desarrolle resistencia.

### **6.4 Método de control integrado**

La presencia del ácaro *V. destructor* en colmenas de abejas melíferas, ha conllevado al estudio de métodos de control integrado, algunos de estos métodos están relacionados con la selección de líneas de abejas resistentes a *Varroa destructor*. Además, se ha desarrollado un método que está relacionado con la remoción del ácaro del cuerpo de la abeja adulta mediante el comportamiento de limpieza y su eliminación fuera de la colmena utilizando la trampa de fondo (Calderón, 2010; Araneda et al., 2011; Reyes, 2016).

### **6.5 Uso de la trampa de fondo en las colmenas de abejas africanizadas**

Calderón et al. (2023) indican que, en el piso de cada colmena, se colocó una trampa de fondo, la cual se utiliza en lugar de un fondo de madera regular y en cambio este está cubierto con un cedazo metálico en la parte superior, que permite la caída del ácaro en la trampa de vaselina, lo que facilita su captura y remoción. Para no disturbar las abejas, la cartulina se introdujo por la parte posterior de la colmena, mediante una bandeja móvil, facilitando el proceso (Calderón, 2019)

## VII. METODOLOGÍA

### 7.1 Sitio experimental

Para determinar la efectividad de la trampa de fondo en el control del acaro varroa, se utilizó un apiario constituido de 12 colmenas de abejas africanizadas (*A. mellifera*) (pertenecientes al CINAT), ubicado en Atenas, provincia de Alajuela. El estudio se llevó a cabo de mayo a agosto 2023 (época lluviosa), meses en los cuales hay una mayor incidencia del ácaro varroa (Calderón et al., 2007). Se seleccionaron 10 colmenas, para evaluar la caída natural de ácaros durante un periodo de cuatro semanas.

### 7.2 Infestación inicial y final de las colmenas

Se evaluó el nivel inicial y final de infestación del ácaro varroa en las colmenas, para lo cual se colectaron de 50 a 100 abejas adultas de la cámara de cría en frascos plásticos, con alcohol al 70.0% para su conservación. El frasco fue rotulado, indicando la siguiente información: el número de colmena, fecha, nombre del apiario y observaciones (Agudelo y Calle, 2016).

En el laboratorio, a cada frasco se le agregó una solución jabonosa (300 ml de agua más 0.5 gramos de detergente en polvo), la cual se agito durante un minuto para remover los ácaros del cuerpo de las abejas. El líquido se filtró, a través de un tamiz para separar las abejas, posteriormente se volvió a filtrar a través de un cedazo fino donde quedaron retenidos los ácaros.

Se cuantificaron tanto los ácaros como las abejas, para establecer el nivel de infestación, aplicando la siguiente formula:

Nivel de infestación=  $\frac{\text{\# de ácaros}}{\text{\# de abejas}} \times 100$

# de abejas

### 7.3 Trampa de fondo

En el piso de cada colmena, se colocó una trampa de fondo, la cual consistió en un fondo de madera (50 x 42 cm), cubierto con un cedazo metálico en la parte superior, con un tamaño del tamiz de 6 agujeros por cm<sup>2</sup>. Este diseño permitió el paso de los ácaros, y a su vez impidió que las abejas los remuevan (para un conteo de ácaros confiable). En el interior de cada trampa, se puso una lámina de cartulina blanca impregnada con vaselina y previamente cuadrículada, la cual facilitó el conteo de los ácaros que cayeron diariamente por un periodo de cuatro semanas (30 días). Para no disturbar las abejas, la cartulina se introdujo por la parte posterior de la colmena. La cartulina de cada colmena se reemplazó una vez por semana y se trasladó al Laboratorio de Patología Apícola del CINAT, donde se realizó el conteo y registro de los ácaros (Calderón, 2019).

Ver figura 1



**Figura 1.** Trampa de fondo utilizada para el control integrado del ácaro *varroa* en abejas africanizadas en Costa Rica (Calderón, 2023).

#### **7.4 Efectividad de la trampa de fondo.**

En el laboratorio, el conteo de ácaros consistió en un examen directo de la trampa de fondo. Para determinar la efectividad de esta, se cuantificó la caída natural de ácaros durante un periodo de cuatro semanas.

Posteriormente, se aplicaron cuatro tiras del acaricida flumetrina (Bayvarol®= producto de choque) a cada colmena durante seis semanas, con el fin de eliminar los ácaros remanentes.

Se considera que ambos conteos de varroa (ácaros caídos con la trampa de fondo + ácaros caídos con el producto de choque), representan el total de ácaros presentes en la colmena. Por lo cual, para calcular el porcentaje de efectividad, se utilizó la siguiente fórmula:

$$\text{Porcentaje de efectividad} = \frac{\text{Total de ácaros caídos con la trampa de fondo}}{\text{Total de ácaros presentes en la colmena}} \times 100$$

#### **7.5. Efectividad de la trampa calculada mediante la infestación de las colmenas**

La efectividad de la trampa de fondo también se calculó considerando la relación entre la infestación inicial y final de las colmenas, evaluada en abejas adultas Ritter, 2001; Calderón y Sánchez (2011).

Para calcular la efectividad se utilizó la siguiente fórmula:

$$E = \frac{\% \text{ de infestación inicial} - \% \text{ de infestación final}}{\% \text{ de Infestación inicial}} \times 100$$

% de Infestación inicial.

## **7.6 Evaluación de posibles efectos adversos de la trampa de fondo en las colmenas**

Para evaluar algún efecto adverso del impacto de la trampa de fondo sobre la termorregulación de las colmenas, específicamente sobre las abejas adultas y la cría abierta, en cada visita al apiario, se realizaron observaciones al frente de las piqueras, para determinar la presencia de abejas adultas muertas.

Se debe mencionar que la colmena tiene una temperatura y humedad estables y al colocar la trampa de fondo, queda un espacio vacío sin abejas (burbuja de aire). Lo anterior, podría afectar la termorregulación, ocasionando el enfriamiento de la cría (cría enfriada) o muerte de la cría como consecuencia de la falta de temperatura adecuada.

## **7.7 Evaluación de ácaros de varroa colectados en la trampa de fondo para registrar posibles lesiones en el idiosoma y extremidades**

Se examinaron ácaros adultos de varroa caídos de manera natural y con el producto de choque, para evaluar algún tipo de lesión en el idiosoma y extremidades.

Los ácaros presentes en la lámina de cartulina se identificaron con una lupa entomológica, luego se colocaron en placas petri, donde se realizó una revisión minuciosa del idiosoma y sus extremidades con el estereoscopio (10x). Lo anterior, con la finalidad de detectar lesiones evidentes, como fracturas, desprendimientos, muescas, entre otros.

En total se revisaron 543 ácaros colectados en la trampa de fondo durante el periodo de muestreo, de los cuales 241 cayeron naturalmente (probablemente por el comportamiento de limpieza de las abejas), mientras que 302 se obtuvieron durante el periodo de aplicación de la flumetrina.

## **7.8 Análisis de los datos**

Se procedió a calcular los promedios y la desviación estándar de la caída natural de ácaros durante el periodo de 4 semanas. Además, de la infestación inicial y final de las colmenas.

## VIII. RESULTADOS

### 8.1 Caída natural de ácaros.

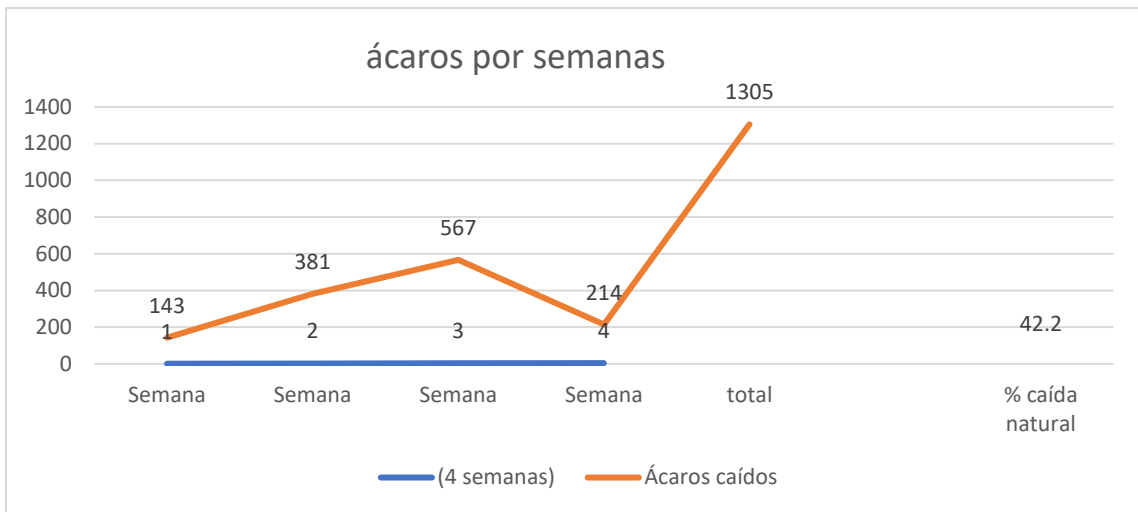
En el presente estudio se evaluó la efectividad de la trampa de fondo en el control del ácaro varroa, registrando la caída natural de ácaros en ocho colmenas de abejas africanizadas, durante un periodo de cuatro semanas. Ya que las otras dos colmenas que estaban dentro del estudio evadieron después de la primera visita.

La caída natural del ácaro varroa correspondió a  $164 \pm 62$  ( $n= 8$ ) (total de 1305). Al aplicar la flumetrina (Bayvarol)<sup>®</sup> como producto de choque, se eliminaron  $224 \pm 287$  (total 1793) ácaros remanentes. Por lo anterior, se puede indicar que, durante un periodo de cuatro semanas, se eliminó un 42.2% de los ácaros presentes en las colmenas mediante la trampa de fondo (Cuadro 1).

**Cuadro 1.** Caída natural del ácaro varroa en colmenas de abejas africanizadas ( $n= 8$ ), (Promedio  $\pm$  DS) durante un periodo de cuatro semanas.

Periodo de muestreo	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Total	Flum	Caída natural (%)
Ácaros caídos	$18 \pm 23$	$48 \pm 24$	$71 \pm 45$	$27 \pm 26$	$164 \pm 62$	<b><math>224 \pm 287</math></b>	42.2

De acuerdo con la Figura 2, la mayor cantidad de ácaros se observó en la semana tres, colectándose  $71 \pm 45$  (total 567), mientras que la menor cantidad, se obtuvo en la semana uno de muestreo, correspondiendo a  $18 \pm 23$  (total 143).



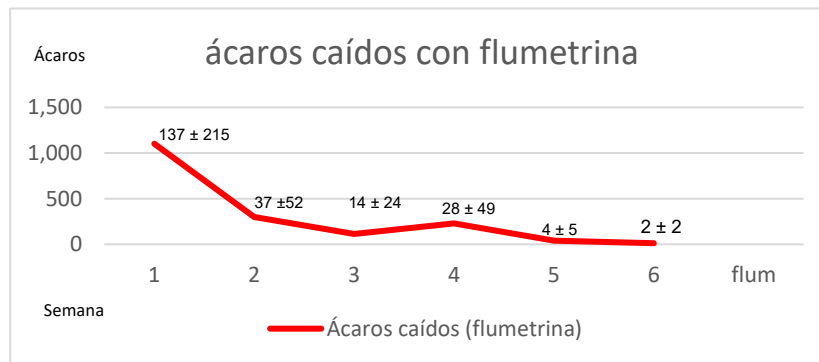
**Figura 2** Periodo de muestreo.

Durante un periodo de seis semanas se aplicó flumetrina (Bayvarol)<sup>®</sup> como producto de choque, mediante el cual se eliminaron 1793 ácaros remanentes (Cuadro 2).

**Cuadro 2.** Mortalidad de ácaros colectados con la aplicación del producto de choque (flumetrina) en colmenas de abejas africanizadas (n= 8), (promedio ± DS) durante un período de 6 semanas.

Periodo de muestreo	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 5	Semana 6	Flum
Ácaros caídos	137 ± 215	37 ± 52	14 ± 24	28 ± 49	4 ± 5	2 ± 2	1793

En la figura 3, se observa que la mayor mortalidad de ácaros con la flumetrina se presentó en la semana uno, con una total de 1,102, mientras que en las siguientes semanas hubo un descenso considerable en la caída de varroa, hasta la semana seis en la que se reflejó la menor cantidad, con un total de 12 ácaros.



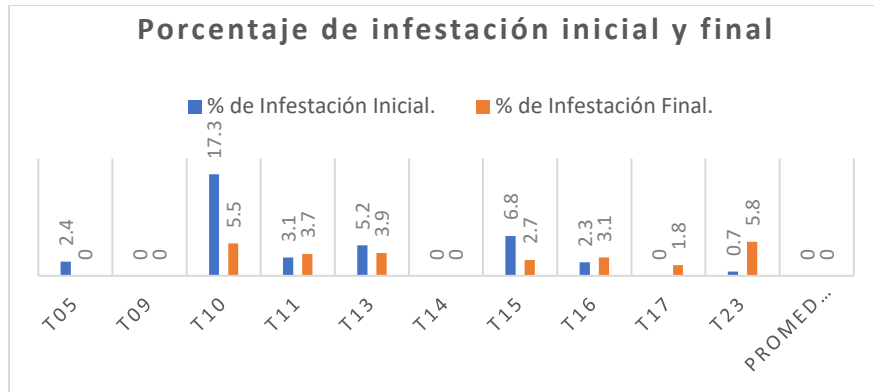
**Figura 3.** Ácaros caídos con la aplicación de la flumetrina durante un periodo de seis semanas.

## 8.2 Efectividad de la trampa de fondo considerando la infestación de las colmenas

Como se indicó en la metodología, la efectividad de la trampa de fondo también se calculó con base en la infestación de las colmenas en abejas adultas. Se obtuvo un nivel de infestación inicial de  $4.7 \pm 5.5$  con una infestación mínima de 0.7% y un nivel de infestación máximo de 17.3%. Mientras que la infestación final, disminuyó a  $3.3 \pm 1.8$ , con un nivel máximo de 5.8 y una infestación mínima de 1.8 (Cuadro 3). Con base en lo anterior, se debe indicar una efectividad del 29.7%.

**Cuadro 3.** Porcentaje de infestación inicial y final de las colmenas (n= 8) evaluado en abejas adultas.

Colmenas	Infestación inicial (%)	Infestación final (%)
T05	2.4	0
T09	*	*
T10	17.3	5.5
T11	3.1	3.7
T13	5.2	3.9
T14	*	*
T15	6.8	2.7
T16	2.3	3.1
T17	0	1.8
T23	0.7	5.8
<b>Promedio</b>	<b><math>4.7 \pm 5.5</math></b>	<b><math>3.3 \pm 1.8</math></b>



**Figura 4.** Infestación inicial y final de las colmenas

### 8.3 Lesiones observadas en el ácaro

Durante el periodo de caída natural, se examinaron 241 ácaros, de los cuales 3.7% (n= 9) presentaron lesiones, mientras que el resto se observaron normales (sin lesiones). Los daños en el idiosoma se observaron con mayor frecuencia, principalmente lesiones tipo muesca (o corte circular) y fracturas (o ruptura lineal) (cuadro 4).

**Cuadro 4.** Evaluación de lesiones en ácaros (n= 241) caídos de manera natural

<b>Periodo de muestreo</b>	<b>Ácaros colectados</b>	<b>Ácaros con Lesiones</b>	<b>Porcentaje de ácaros con lesiones</b>	<b>Observaciones</b>
<b>Semanal</b>				
1	16	1	6	Daño severo en el idiosoma.
2	100	1	1	Lesión lateral en el lado derecho del idiosoma.
3	25	1	4	Fractura en el idiosoma.
4	100	6	6	Los seis ácaros presentaron lesiones en el idiosoma (muecas o corte circular).
Total	241	9	3.7 %	

Durante el período de aplicación del producto de choque (flumetrina) se examinaron 302 ácaros, de los cuales un 3.0% presentaron lesiones en el idiosoma y en las extremidades (patas) (Cuadro 5).

**Cuadro 5.** Evaluación de lesiones en ácaros (n= 302) colectados durante la aplicación del producto de choque (flumetrina).

<b>Periodo de muestreo semanal</b>	<b>Ácaros colectados</b>	<b>Ácaros con lesiones</b>	<b>Porcentaje de ácaros con lesiones</b>	<b>Observaciones</b>
1	102	2	2	Un ácaro con fractura en el idiosoma y otro presentó lesión en las extremidades.
2	100	3	3	Dos ácaros presentaron lesiones en las extremidades y un ácaro con fractura en el idiosoma.
3	100	4	4	Dos ácaros presentaron fractura en el idiosoma y dos con lesión tipo muesca.
<b>Total</b>	<b>302</b>	<b>9</b>	<b>3.0</b>	



**Figura 5.** Fractura del idiosoma presente en el ácaro varroa (Calderón, 2023).



**Figura 6.** Lesión tipo muesca (corte circular) en el idiosoma

## IX. DISCUSIÓN

En este estudio se evaluó la efectividad de la trampa de fondo en el control de *Varroa*, con el fin de disminuir la infestación de las colmenas, sin aplicar acaricidas químicos. Para lo cual se aprovechó el comportamiento de limpieza (acicalamiento) de las abejas, la cual es la capacidad que tienen las abejas de remover ácaros de su cuerpo (autolimpieza), o de otras abejas (alolimpieza) (Danka y Villa, 2005). Sin embargo, se debe considerar que la mayoría de los ácaros caen al fondo (piso) de la colmena sin lesiones evidentes, pueden reinfestar nuevamente a las abejas. Martin (2006) indica que la caída natural de ácaros no asegura una disminución en la población de *Varroa*, pues también la mortalidad y caída natural del ácaro es parte de su dinámica poblacional. Además, indica que la caída natural, puede estadísticamente ser igual a la caída ocasionada por efecto de algunos tratamientos, principalmente de acaricidas. Por lo anterior, se ha utilizado la trampa de fondo, para garantizar la eliminación del ácaro *Varroa* de la colmena (Calderón, 2010; Araneda et al., 2011; Reyes, 2016; Calderón et al., 2023).

Se debe mencionar que en esta investigación un 42.2% de los ácaros presentes en las colmenas cayeron naturalmente en un período de cuatro semanas, los cuales fueron capturados y eliminados de la colmena, mediante la trampa de fondo. Calderón (2011) reportó una caída natural y eliminación de más del 30.0% de ácaros en colmenas de abejas africanizadas en un periodo similar de cuatro semanas. Además, en un estudio reciente, mencionó una efectividad del 25.7% de la trampa de fondo en la eliminación de ácaros de *Varroa* caídos naturalmente (Calderón et al., 2023). Estos resultados son similares a los señalados por Chapleau (2003), quien menciona que al usar la trampa de piso tuvo una efectividad del 20% en el control de *Varroa*. Así mismo, indica que los ácaros caen de las abejas adultas a la parte inferior de la colmena y no pueden volver a reinfestar las abejas, debido a quedan atrapados en la vaselina, produciéndose su muerte.

De esta manera las trampas de fondo son tomadas en cuenta como una medida de control de la Varroosis, y pueden ser usadas como una alternativa en el manejo integrado del ácaro, reduciendo las tasas de infestación en las colmenas (Goodwin y Van Eaton, 2001).

En cuanto a efectos adversos ocasionados por el uso de la trampa de fondo, se puede indicar que no se observó ningún tipo de afectación en el tamaño de la población (mortalidad de abejas), ni se registró ningún trastorno relacionado con la condición de la colmena. Se debe indicar que al colocar dicha trampa se produce un espacio adicional (burbuja de aire), el cual puede afectar la termorregulación de la colonia. Por lo cual no se recomienda su uso, por periodos prolongados especialmente durante la época lluviosa. Pérez (2007), indica que la atmósfera interna de la colmena (temperatura y humedad) son reguladas por las abejas y que una disminución en la temperatura, podría afectarla ocasionando la muerte de cría producto del enfriamiento (cría enfriada). Este tipo de efecto sobre la cría no se observó en este estudio.

Con relación a los ácaros presentes en la trampa de fondo y analizados para determinar lesiones en el idiosoma y extremidades, se debe indicar que se observó poca cantidad de ácaros con daños evidentes, ya que menos de un 5.0 % presentó lesiones. Al comparar ácaros provenientes del periodo de caída natural y durante la aplicación del producto de choque, no se encontraron diferencias significativas en el porcentaje de Varroa con lesiones. En ambos grupos, los ácaros examinados presentaron daños con mayor frecuencia en el idiosoma, principalmente lesiones tipo muesca (o corte circular) y fracturas (o ruptura lineal), mientras que el resto de los ácaros presentaron lesiones en las extremidades (patas). Mondragón et al. (2005), indicaron un promedio anual del 15,1% de ácaros con daños en las extremidades, mientras que el resto de las lesiones se observaron en el dorso y en el idiosoma.

Además, mencionan que la posibilidad de encontrar ácaros con o sin lesiones también es insumo para corroborar el comportamiento de limpieza de las abejas, ya que despojan de su cuerpo el ácaro y en algunos casos sin ocasionarle daños (Guzmán-Novoa et al., 2012).

Por lo anterior, una correcta cuantificación de ácaros con lesiones y del comportamiento de limpieza, permite seleccionar colonias que puedan ser útiles para el mejoramiento genético del apiario, estableciendo métodos de manejo integrado del ácaro *V. destructor*.

## X. CONCLUSIONES

1- En el presente estudio se registró la caída natural y se eliminó de forma segura una cantidad considerable de ácaros presentes en colmenas de abejas africanizadas, durante un periodo de cuatro semanas.

2- Mediante la trampa de fondo se eliminó un 42.2 % de ácaros presentes en las colmenas, mostrando una efectividad moderadamente alta en el control de Varroa, y más alta de lo hipotetizado. Por lo anterior, este método puede ser considerado como una alternativa en el manejo integrado de este ácaro en abejas africanizadas.

3- Durante el periodo de estudio no se observaron efectos adversos evidentes al colocar la trampa de fondo en las colmenas. No obstante, se debe indicar que al instalar esta trampa en el piso se mantiene un espacio no cubierto por abejas (burbuja de aire), lo cual en colmenas débiles puede afectar la termorregulación, ocasionando afectaciones como la cría enfriada.

4- Con respecto a los ácaros examinados, se observaron algunas lesiones principalmente en el idiosoma y extremidades o patas. Sin embargo, la cantidad de ácaros con daños fue relativamente baja. Además, no se observaron diferencias significativas en la cantidad de ácaros con lesiones en aquellos caídos de manera natural y con el producto de choque.

## XI. RECOMENDACIONES

Durante el periodo de estudio no se observaron efectos adversos ocasionados por el uso de la trampa de fondo en las colmenas; sin embargo, se recomienda seguir realizando estudios para descartar esta posibilidad.

El porcentaje de efectividad de la trampa en un periodo de cuatro semanas fue moderado, por lo que es recomendable ampliar el periodo de estudio a seis u ocho semanas, para evaluar si mejora la efectividad.

La trampa de fondo es de fácil uso, no ocasiona daños a las abejas, ni contamina los productos de la colmena. Además, tiene una efectividad moderadamente alta por lo tanto recomiendo su uso por parte de las personas apicultores como parte de un control integrado del ácaro *Varroa destructor*.

## XII. REFERENCIAS

- Agudelo, Y., Calle, M. (2016). Identificación de patógenos causantes de enfermedades en abejas *Apis mellifera* en apiarios productores de miel del municipio de Marsella departamento de Risaralda. Tesis de grado, Universidad Nacional Abierta y a Distancia de Medellín 47p.
- Anderson, D., Trueman, J. (2000). *Varroa jacobsoni* (Acari: Varroidae) is more than one species. *Experimental and Applied Acarology*, 24, 165-189.
- Araneda, X., Calzadilla, A. (2011). Evaluación de dos modelos de pisos trampa para el control del ácaro *Varroa destructor* Oud. sobre la abeja *Apis mellifera* L. *Idesia (Arica)*, 29(3), 99-104.
- Bailey, L. (1984). Patología de las abejas. Zaragoza, España. *Acribia*. 139p.
- Bailey, L., Ball, B.V. (1991). Honey bee pathology. 2 ed. Londres, Inglaterra *Academic Press*, p.193.
- Beyer, M., Junk, J., Eickerman, M., Clermont, A., Kraus, F., George, C., Reichart, A., Hoffman, L. (2018). Winter honey bee colony losses, *Varroa destructor* control strategi, and the role of weather conditions: results from a survey among beekeepers. *Veterinary Science*, 118, 52-60.
- Calderón, R.A. (2010). Reducción de la población de ácaros de varroa en colmenas de abejas Africanizadas utilizando una trampa de fondo. *Boletín de Parasitología*, 1, 3-4.
- Calderón, R., Sánchez, L. (2011). Diagnóstico de enfermedades en colmenas de abejas africanizadas en Costa Rica: Prevalencia y distribución de setiembre a noviembre del 2007. *Agronomía Costarricense*, 35(2), 49-60.
- Calderón, R. A. (2019). Comportamiento reproductivo del ácaro *Varroa destructor* (Mesostigmata: Varroidae) en celdas con cría de obrera y zángano en abejas africanizadas (*Apis mellifera*) en condiciones tropicales. *Ciencias Veterinarias*, 37(2), 44-61.

- Calderón, R.A., Ramírez, F., Sánchez, L. (2023). Trampa de fondo como una alternativa en el control integrado del ácaro *Varroa destructor* en colmenas de abejas africanizadas. *Ciencias Veterinarias*, 41(2), 1-13
- Cassian, T., Mwakatobe, A., Hamisi, I., Richard, A., Machumu, R. (2014). Parasitic mite, *Varroa* species (Parasitiformes: Varroidae) infesting the colonies of African honeybees, *Apis mellifera scutellata* (Hymenoptera: Apidae) in Tanzania. *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 2(3), 188-196.
- Castillo, R. (1992). Varroosis, grave amenaza para la apicultura y la agricultura de nuestro país. *Chile Hortofrutícola*, 5(26), 19-22.
- CONASA 2006 Recomendaciones para el control de Varroosis. Programa de Control de Enfermedades de las Abejas. SENASA. Argentina. 8 p.
- Chapleau, J.P. (2003). Experimentation of an Anti-Varroa screened bottom board in the context of developing an integrated pest management strategy for Varroa infested honeybees in the Province of Quebec. Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de Alimentaiton du Québec, Canada. 19 p.
- Danka, R., Villa, J. (2005). An association in honey bees between autogrooming and the presence of migrating tracheal mites. *Apidologie* 36:331-333.
- De la Sota, M., Bacci, M. (2004). Enfermedades de las abejas. Manual de procedimientos. Trámites en apicultura. Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria (SENASA). Dirección Nacional de Sanidad Animal. Buenos Aires. 55 p.

- Ferrer, M., Moreno, C., Martínez, A., Sánchez, C., García, M. (1995). Field trials of treatments against *Varroa jacobsoni* using fluralinate and flumethrin strips in honey bee colonies containing sealed brood. *Journal of Apicultural Research*,34(3).
- Genersch, E., Aubert, M. (2010). Emerging and re-emerging viruses of the honey bee (*Apis mellifera* L.). *Veterinary. Res.*, 41(1), 54-59.
- Giménez, P., Mendoza, Y., Invenizzi, C., Fuselli, S., Alonso Salces, R., Fernández, P., Maggi, M. (2017). Morphometric correlation between *Apis mellifera* morphotypes (*Hymenoptera*) and *Varroa destructor* (Acari) from Uruguay. *Journal of Apicultural Research*. 56:122-129.
- Goodwin, M., Van Eaton, C. (2001). Control of varroa. A guide for New Zealand Beekeepers. New Zealand Ministry of Agriculture and Forestry (MAF). Wellington, New Zealand. 120 p.
- Guzmán-Novoa, E., Emsen, B., Unger, P., Espinosa-Montaño, L. G., Petukhova, T. (2012). Genotypic variability and relationships between mite infestation levels, mite damage, grooming intensity, and removal of *Varroa destructor* mites in selected strains of worker honey bees (*Apis mellifera* L.). *Journal of Invertebrate Pathology*, 110(3), 314-320.
- Kralj, J., Fuchs, S. (2006). Parasitic *Varroa destructor* mites influence flight duration and homing ability of infested *Apis mellifera* foragers. *Apidologie* 37: 577–587.
- Martin, S. J. (1994). Ontogenesis of the mite *Varroa jacobsoni* Oud. in worker brood of the honeybee *Apis mellifera* L. under natural conditions. *Exp. Appl. Acarol.* 18: 87–100.
- Martin S. J., D. Kemp. (1997). Average number of reproductive cycles performed by *Varroa jacobsoni* in honey bee (*Apis mellifera*) colonies. *Journal Apiculture. Res.* 36: 113–123.

- Martin, S.J., P. Kryger. (2002). Reproduction of *Varroa destructor* in South African Honey bees: does cell space influence Varroa male survivorship? *Apidologie* 33: 51–61
- Martin, F. (2006). Evaluación de la aplicación estival de Apilife Var ® en el control de *Varroa destructor* Anderson y Trueman, ectoparásito de *Apis mellifera* L. Tesis (Ingeniero Agrónomo). Valdivia, Región de Los Ríos, Chile. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias, Escuela de Agronomía. 109 p.
- Molina, P.A., E. Guzmán-Novoa., D. Message., D. De Jong., A.D. Pesante., C.C. Mantilla., R.A. Zozalla., E.R. Jaicox., V.F. Alvarado., C.S. Handal., G. Meneses. (1990). Manual de plagas y enfermedades de las abejas melíferas occidental. Publicado por el organismo internacional regional de sanidad agropecuaria. El Salvador.
- Mondragon, L., Spivak, M., Vandame, R. (2005). A multifactorial study of the resistance of honeybees *Apis mellifera* to the mite *Varroa destructor* over one year in Mexico. *Apidologie* 36: 345-358.
- Moretto, G., Leonidas, J. (2003). *Varroa jacobsoni* infestation of adult Africanized and Italian honey bees (*Apis mellifera*) in mixed colonies in Brazil. *Brazilian Journal Genetics and Molecular Biology*, 22, 321-323.
- Pérez, H. (2007). Evaluación del efecto del ácido fórmico sobre *Varroa destructor* Anderson & Trueman (*Mesostigmata: Varroidae*), aplicado en otoño, sobre colonias de *Apis mellifera* L. (Hym: Apidae) en Valdivia. Tesis (Ingeniero Agrónomo). Valdivia, Región de Los Ríos, Chile, Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias, Escuela de Agronomía. 74 p.

- Ramsey, S. (2018). The acari varroa feeds mainly of the fatty corporal fabric of the melliferous bee (Doctoral dissertation, PhD Thesis. University of Maryland, Maryland, USA).
- Reyes, F. (2016). Comportamiento higiénico en *Apis mellifera* y la infestación de *Varroa destructor* en un colmenar usando trampa de piso. P-25.
- Ritter, W. (2001). Enfermedades de las abejas. Acribia, Zaragoza, ES. 146 p.
- Ritter, W., De Jong, D. (1984). Reproduction of *Varroa jacobsoni* O. in Europe, the middle East, and tropical South America. *Zeitschrift fur Angewandte Entomologie* 98(1).
- Roberts, J., Anderson, D., Tay, W. (2015). Multiple host shifts by the emerging honeybee parasite, *Varroa jacobsoni*. *Molecular Ecology*, 24(1), 2379-2391.
- Rodríguez, A. C. (2016). Monitorización de los principales patógenos de las abejas para la detección de alertas y riesgos sanitarios (Doctoral dissertation, Universidad Complutense de Madrid. P 39-41.
- Shimanuki, H., Knox, D.A., De Jong, D. (1992). Diseases of pests of honey bees. En Joe M. Graham (ed). *The Hive and the Honey Bee*. Dadant and sons, Illinois, EEUU. P.1083-1151.
- Vaziritabar, S., Aghamirkarimi, A., Mehdi, S. (2016). Evaluation of the defensive behavior in two honeybee races Iranian honeybee (*Apis mellifera meda*) and Carniolan honeybee (*Apis mellifera carnica*) and grooming behavior of different bee races in controlling *Varroa destructor* mite in honey. *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 4(5), 586-602.