

**Presencia e incidencia forética de *Varroa destructor* A.  
(Mesostigma: Varroidae) en colonias de abejas *Apis mellifera*  
(Hymenoptera: Apidae), en Colombia**

Guillermo Salamanca Grosso<sup>1,2\*</sup> Mónica Patricia Osorio Tangarife<sup>1</sup>, Nelson Rodríguez Arias<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup>Universidad del Tolima. Grupo de Investigaciones Mellitopalínológicas y Propiedades Físicoquímicas de Alimentos.

<sup>2</sup>Universidad del Tolima. Facultad de Ciencias. Campus Universitario Barrio Santa Elena parte Alta. PBX +57(8) 2771212. A. A. 546 - Ibagué, Colombia. \*Correo electrónico: salamancagrosso@gmail.com

<sup>3</sup>Universidad del Tolima. Departamento de Matemáticas y Estadística.

---

**RESUMEN**

El objetivo de este trabajo se ha centrado en el estudio de la incidencia de *Varroa destructor* en su estado forético sobre ecotipos de colonias de abejas establecidas en las consociaciones de bosque seco montano bajo, húmedo montano bajo, húmedo y seco tropical. Se colectaron cuadros operculada aislados de las cámaras de cría y abejas adultas expuestas al estado forético de varroa en 184 colonias de diferentes entornos geográficos colombianos. Igualmente se realizaron evaluaciones morfométricas en tres de los estadios del ciclo biológico de ácaro. Los ecotipos de abejas asociadas a las zonas de vida, fueron caracterizados y clasificados mediante análisis discriminante. Los niveles de infestación de las colonias estudiadas se clasificaron en categorías conforme al grado de exposición, a partir de la relación porcentual entre ácaros presentes y abejas expuestas. El estudio de la incidencia se realizó mediante análisis de contingencia. *Varroa destructores* incidente en el sistema apícola colombiano, con diferentes impactos que van de tolerantes a exposiciones severas; los factores de entorno propician un impacto positivo a favor de varroa en ambientes húmedos y fríos, con reducida incidencia sobre los ecotipos africanizados establecidos en ambientes cálidos. El 45% de las colonias evaluadas conviven con el ácaro en una proporción relativamente baja (1 a 4), en 48% la proporción comienza a ser significativa, 20% de las colonias muestreadas se asignaron a la categoría de exposición. Los parámetros morfométricas de varroas adultas oscila entre 1035 y 1605  $\mu\text{m}$ . La fase forética es reveladora de la dinámica de varroosis en sistemas apícolas instalados.

*Palabras clave:* Apicultura. *Apis mellifera*, Epizootiología, Foresis, *V. destructor*.

---

**Phoretic presence and incidence of *Varroa destructor* A. (Mesostigmata:Varroidae)  
in honey bee colonies of *Apis mellifera* (Hymenptera:Apidae), in Colombia**

**ABSTRACT**

The aim of this work has been centered on the phoretic incidence of *Varroa destructor* on the honeybee colonies established at the montane dry and the moist forest, also in a tropical moist and dry forest environment. Sealed broods and adult honeybees, exposed to the varroa mite, were isolated from the brood chamber in 184 Colombian honeybees established at different geographical positions. Morphometric assessment was conducted in three stages of varroa life-cycle. Honeybee ecotypes associated to each life zone were classified using discriminant analysis based on morphometric measurements. The hives studied were classified according to exposure degree, using the ratio between varroa mite and honeybees. Incidence study was performed using contingency analysis. High incidence of *Varroa destructor* in Colombian beekeeping system had different infestation levels from tolerant to severe exposures. Population dynamics show a positive impact for varroa mite in moist and cold environment,

and low effect on Africanized honeybees at warm environments. In 45% colonies honeybee coexist with varroa mite in a relative low proportion (1 to 4), but in 68% the ectoparasite proportion begins to be significant or high exposure. Morphometric parameters on female varroa mites show classic ranges between 1035 and 1605µm. The phoretic phase reveal the dynamics of varroosis in beekeeping systems.

*Key words:* Beekeeping, *Apis mellifera*, Epizootiology, Phoresis, *V. destructor*.

## INTRODUCCIÓN

*Varroa destructor* (Anderson & Trueman, 2000), un ectoparásito, constituido como un agente patógeno de *Apis mellifera* scutellata a nivel mundial, se le atribuye la pérdida de cientos de colonias y billones de dólares en relación al beneficio de la agricultura, (Hamiduzzaman *et al.*, 2012; Padilla-Álvarez y Flores-Serrano, 2011; Guerra Jr. *et al.*, 2010). Se le ha responsabilizado del síndrome de despoblamiento de colmenas, que se viene presentando a nivel mundial el cual aún no ha sido completamente explicado, (Bacci, 2007). Ningún otro patógeno, como este ácaro ha causado tanto impacto sobre las abejas en toda la historia de la apicultura, (Rosenkramz *et al.*, 2010; Le Conte *et al.*, 2007; Seeley, 2007), teniendo en cuenta que las pérdidas en la actualidad son incalculables.

El ectoparásito, genera efectos sinérgicos negativos sobre el estado inmunológico y nutricional de las abejas de manera individual y colectiva, no sólo causando lesiones físicas, sino permitiendo la proliferación de hongos, bacterias y virus en las colonias que parasita, actuando como vector de microorganismos, (Aronstein *et al.*, 2012; Di Prisco *et al.*, 2011; Le Conte *et al.*, 2010).

El género *Varroa*, comprende cuatro especies bien diferenciadas: *V. jacobsoni*, descrita como parásito de *Apis cerana* abejas de la isla de Java, extendido en Asia; *V. underwoodi*, descrita como huésped de *A. cerana* en Nepal; *V. rindereri* ectoparásito de *A. mellifera Koschevnikovi* en Borneo y *V. destructor* patógeno de *Apis mellifera cutellata*, éste último distribuido ampliamente en América, (Ellis *et al.*, 2010; Zhou *et al.*, 2004; Anderson *et al.*, 1997). Diversos microorganismos, han sido identificados en colonias de abejas, que se asocian a la presencia y actividad de varroa, entre ellos los virus de la parálisis crónica (VPC) y aguda (VPA) que causan hinchamiento del abdomen, cambios fenotípicos y capacidad de vuelo; el de las alas deformes (VAD) de procedencia Polaca, genera reducción de tamaño de

las abejas, deformación y presencia de alas atrofiadas, con presencia en colmenas de África, Asia y Europa (Mariani *et al.*, 2012); el de Kashmir (VK), parálisis lenta (PPL), entre otros, (Van Engelsdorp *et al.*, 2012; Di Prisco *et al.*, 2011; Johnson *et al.*, 2009; Kaplan, 2008; Cox-Foster *et al.*, 2007; Zhang y Zhi-Qiang, 2000).

Se ha demostrado que VPA, se encuentra diseminado en colonias de abejas de todo el mundo, su dispersión se ha expandido por falta de controles sanitarios y prácticas deficientes derivadas de la actividad comercial entre apicultores, VPA, se identificó por primera vez en paquetes de abejas introducidas Estados Unidos desde Australia en el año 2005 y en jalea real China, (Bacci, 2007).

En la apicultura mundial *Varroa destructor*, ha causado un impacto negativo, por lo que ha sido necesario realizar evaluaciones sobre su dispersión; en las décadas 60's y 80's, se detectó en países del Este de Europa, (Griffiths&Bowman, 1981; Peng *et al.*, 1987), a raíz de importaciones de abejas del Archipiélago Indonésico. El ácaro procedente del sudeste asiático, en pocos años se extendió de manera significativa en Grecia (1975), Alemania (1977), Italia (1980), Francia (1982), Holanda (1983), Israel (1984) y España (1985), pero solo fue oficialmente aceptada por los organismos de control y vigilancia en 1986, países suramericanos en los 70's (Argentina, Paraguay y Brasil), Estados Unidos (1987) y México (1992).

La infestación en suramérica, fue causada presuntamente por la donación de paquetes de abejas por parte de Japón a Paraguay en 1971, (De Jong *et al.*, 1984). Chile, estuvo libre del ácaro, a causa de las condiciones geográficas que impedían su ingreso desde Argentina, (Castillo, 1992). La Oficina Internacional de Epizootias, hasta 1991, había clasificado al país austral, libre de ésta parasitosis, (Fredes, 1993), situación que se hizo contraria en marzo de 1992, (Casanueva, 1992).

En México, el ectoparásito, se había expandido desde los años 90's, poniendo en evidencia su efecto en el rendimiento y cosecha de miel, (Medina-Florez *et al.*, 2011). Actualmente, Argentina lo ha considerado como un parásito hiperendémico, (Bacci, 2007); en Canadá (Ontario), se ha evidenciado el efecto devastador del ácaro sobre el tamaño y fortaleza de más de 400 colonias evaluadas en distintos periodos estacionales, (Guzmán-Novoa *et al.*, 2010), efectos similares se han reportado en Estados Unidos, (Pettis y Delaplane, 2010), Europa (Moritz *et al.*, 2010; Higes, 2005). En Portugal se había reportado que colonias infestadas por varroa, eran responsables de la pérdida de la capacidad productiva de miel con 45% de descenso en relación a las colonias no infestadas, (Murilhas, 2002).

En Colombia, la situación no ha sido diferente, las primeras colmenas infestadas fueron reportadas para el departamento de Cundinamarca, (Saldaña, 1994); en Venezuela, fue registrado por primera vez en apiarios ubicados en el estado Barinas en 1991 (Principal *et al.*, 1991); posteriormente, Coronado *et al.*, (1997), reportaron diversidad en la infestación de colonias de abejas entre 5 a 452 ácaros/colmena, en la zona Centroccidental del país. La reducción, pérdida y muerte de colonias infestadas independiente de la zona geográfica en el mundo, ocurren en un periodo de 2 a 4 años de iniciada la infestación, esto obedece principalmente a la duración de estadio adulto de las abejas parasitadas, que viven en promedio la mitad del tiempo en relación a las no infestadas.

El ectoparásito se ha expandido debido a las dificultades que presenta erradicarlas, a la mala manipulación de las abejas, a la rápida reproducción y diseminación de hasta de 100 veces por año (Frey *et al.*, 2013; Harbo y Harris, 2009; Fries *et al.*, 1994); el desequilibrio a favor de varroa obedece en principio a la falta de conocimiento de mecanismos que faciliten su persistencia y condiciones sanitarias por parte de los apicultores en relación al manejo de sus colonias y a la ausencia de tratamientos adecuados para su control y que no alteren el metabolismo de *Apis mellifera* (De la Rúa *et al.*, 2009).

Los factores que provocan que varroa se instale en las celdas, se cree pueda estar influenciado por componentes químicos de naturaleza hormonal propia de las larvas, que inciden en la penetración del ácaro al interior de la celda, (Kraus, 2000); éste,

puede desarrollarse y reproducirse sanamente a partir de la hemolinfa de las abejas quien es su hospedero final, presenta sintomatologías que van desde la pérdida de patas y alas hasta parálisis crónica, que afecta entre el hospedero y el hospedador (Ácaro: Apis) y sin número de bacterias, virus y parásitos, afectando todas las fases de desarrollo de las abejas, (Eguaras y Ruffinengo, 2008; Vandame *et al.*, 2002; Casanova, 2002). El impacto de *V. destructor*, en la apicultura presenta dimensiones diversas en términos geográficos, que se presentan en función de la incidencia, mientras que en globalidad representan un grave problema, (Guerra Jr. *et al.*, 2010).

En Brasil, los híbridos de abejas africanas exhiben comportamientos diferenciados, presentando cierta resistencia y tolerancia al ácaro. Se desconoce sin embargo, la severidad del impacto causado por varroa sobre los haplotipos de abejas de una zona determinada, aunque estudios que correlacionan los genotipos, indican que están en función de su fertilidad en diferentes entornos, (Guzmán y Rinderer, 1999; Anderson y Fuchs, 1998; Hamiduzzaman, 2012). Engels *et al.*, (1986), encontraron una tasa reproductiva de varroa algo menor en colonias de abejas africanizadas respecto de las abejas europeas.

De acuerdo con De Jong *et al.*, (1984), la capacidad de los ácaros para la reproducción en *A. mellifera* en climas tropicales es independiente de la raza de abejas. Desde que Oudemans, (1904) describiera el ácaro, numerosos autores han venido ampliando la información sobre la morfología externa del parásito y su dinámica poblacional alrededor del mundo. Delfinado-Baker, (1988), reconoce cambios morfológicos por selección natural con el fin de sobrevivir a efectos climatológicos y geográficos para satisfacer sus necesidades.

En Colombia la población apícola es predominantemente africanizada, (Salamanca, 2009), con cerca de 13 haplotipos de linaje africano A, que sugieren más de un episodio de hibridación, introgresión y expansión del fenómeno de africanización. Sobre algunas de estas poblaciones se ha observado la presencia de varroa, pero no se ha establecido la incidencia en función de su origen geográfico. El objetivo de este trabajo se ha centrado en la caracterización morfométrica, la incidencia y distribución del agente epizootiológico de la varroosis en su fase forética, sobre ecotipos

de abejas establecidas en zonas biogeográficas colombianas, determinando el impacto que puede representar ese agente epizootiológico.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizaron visitas técnicas de campo para ejecución del muestreo entre los meses agosto de 2009 y enero de 2011, en zonas biogeográficas de intensa actividad apícola en los departamentos de Boyacá, Casanare, Cundinamarca, Sucre y Tolima visitando 30 localidades dentro de las cinco regiones colombianas, en cuyo caso se tuvo en cuenta la ubicación geográfica a través de GPS (datos no mostrados). Un total de 184 muestras fueron colectadas y analizadas en laboratorios de la Universidad del Tolima, aplicando técnicas de muestreo aleatorio simple (MAS). El material biológico fue acondicionado a 4°C para su transporte.

### Zona de estudio

Se evaluaron 184 colonias de abejas establecidas en 4 zonas de vida de Holdridge (1986): bosque seco montano bajo (*bs-MB*: 12-17°C, 1800 a 3000 m.s.n.m., 500-1000 mm/año; 54 muestras), bosque húmedo montano bajo (*bh-MB*: 12-17°C, 1800 a 3000 m.s.n.m., 1000-2000 mm/año; 51), bosque húmedo tropical (*bh-T*: > 24°C, 0 a 1000 m.s.n.m., 2000-4000 mm/año; 66) y bosque seco tropical (*bs-T*: >24°C, 0 a 1000 m.s.n.m., 1000-2000 mm/año; 13) en los departamentos de Boyacá (Localidades de Belén, Cerinza, Corrales Firavitoba, Paipa, Santa Rosa de Viterbo, Sotaquirá, Tibasosa, Toca, Tutazá y Viracachá); Casanare (Villanueva), Cundinamarca (La Calera), Sucre (Sincelejo) y Tolima (Ibagué y Chaparral).

### Material biológico

Se examinó y diagnosticó la presencia de *V. destructor* en cada uno de los cuatro cuadros centrales (CCC) de la cámara de cría de las colmenas tipo Langstroth, establecidas en cada una de las zonas biogeográficas visitadas, a fin de identificar ácaros, en cría operculada y en su estado forético. En todos los casos un cuadro de la cámara de cría se evaluó en el laboratorio para la identificación de huevos, larvas, protoninfas, deuteroinfas y adultos de varroa presentes en las celdas operculadas de la cría de obreras y zánganos. Los especímenes aislados se dispusieron en solución salina a 4°C para su posterior análisis morfométrico. En el estudio de

incidencia forética (IF), se colectaron abejas adultas de los (CCC), cada muestra estaba constituida por grupos entre 200 y 250 especímenes por colonia; éstas se dispusieron en frascos de vidrio de 250 ml, dispuestos en etanol al 70% (v/v), previamente rotulados y codificados. Los índices de infestación en relación a la fase forética, fueron estimados por conteo directo de los ácaros presentes, que se realizó bajo estereoscopio (Arechavaleta-Velasco y Guzmán-Novoa, 2001). La relación entre el número de varroas presentes en relación a las abejas colectadas se constituyó en el índice de infestación de abejas (IVA), que fue usado en la estimación de la proporción invasiva, sobre ecotipos de abejas establecidos en las zonas de vida (Cuadro 1).

### Ecotipos de abejas

La clasificación de ecotipos, se realizó conforme al criterio de análisis discriminante (Fdm), descritos para las abejas a partir de mediciones morfométricas (Molina, 1979), considerando híbridos de abejas europeas (HE)  $F_{dm} > 0.92$  y de africanizadas (HA)  $F_{dm} \approx -2.71$ , (Salamanca, 2009).

### Morfometría de varroa

El estudio del material aislado de uno de los cuadros (CCC), se usó en la identificación de los diferentes estadios de *V. destructor*. Las valoraciones de los individuos adultos, se realizó usando el equipo óptico Primary 110 Vacsecondary™, acoplado a una cámara digital DinoEye™, realizando mediciones sobre la morfología externa, para las variables de longitud del cuerpo (V1); ancho del cuerpo (V2); vello (3); ancho del poro genital (V4); largo del poro genital (V5); Quelíceros (V6); ancho de la placa anal (V7) y largo de la placa anal (V8). En las mediciones se usó el programa de análisis de imágenes ImageJ 1.46r (Wayne Rasband; NationalHealthInstitute).

### Valoraciones estadísticas

Las determinación de los índices de infestación (IVA) según su origen geográfico y en relación a los ecotipos de abejas, fueron evaluados a través del test no paramétrico de Mann Whitney, en razón a la falta de normalidad de las mediciones. Se consideró además el modelo de regresión logística para describir la relación entre los niveles de la incidencia y los ecotipos de abejas. El recuento y clasificación del impacto de varroa sobre *A. mellifera*, como severo,



Cuadro 1. Escala de clasificación de la incidencia de *Varroa destructor* en colonias de abejas colombianas.

Niveles foréticos Varroa/100 abejas	Incidencia	Impacto	Fase	
> 10	+	Severa	AE	Alta exposición
7 a 10	+	Notable	E	Expuestas
4 a 6	+	Significativa	C	Considerable
1 a 4	+	Leve	T	Tolerantes
< 1	-	Reducida	R	Reducida

+:Presencia. -: Ausencia.

notable, significativo, leve y reducido, fue evaluado a través de tablas de contingencia, estimando en cada caso los valores de significancia de Chi cuadrado de Pearson ( $\chi^2$ ), Máxima verosimilitud ( $\chi^2_{MV}$ ) y los Coeficientes de contingencia de Pearson como prueba de independencia entre la incidencia de varroa, las zonas de vida y los ecotipos de abejas. Las Mediciones morfométricas de los estadios del ácaro se realizaron bajo estereoscopio, usando el software de análisis de imágenes. El estudio de las variables en relación a la incidencia forética, se adelantó a través de los paquetes estadísticos Systat 13TM e InfostadTM.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La incidencia de varroa en las abejas se da por invasión de las celdas. La hembra de *V. destructor* cumple su vida en ocho días promedio, en tres fases (huevo, larva y adulto, Figura 1). El desarrollo larvario se divide en dos fases de protoninfa y deutoninfa. Los ciclos del ácaro y el de *A. mellifera*, se encuentran sincronizados, tras la postura de los huevos se da inicio a su ciclo vital. En las colonias de abejas colectadas en las cuatro consociaciones biogeográficas colombianas, se presentaron diferencias significativas en relación a la incidencia forética e impacto de *V. destructor* que hace revelador el efecto del ácaro en condiciones de trópico y sobre el sistema apícola instalado.

### Estado forético

Varroa se ha acoplado al ciclo biológico de *Apis mellifera* (Figura 1). En el periodo de pre-operculación se pueden diferenciar cinco estadios larvales. En el ciclo interviene inicialmente una hembra fundadora, en cuyo caso se propicia la dinámica de la población y su dispersión a una magnitud de propagación; los

huevos de la fundadora se ovipositan y se adhieren a los alvéolos en los cuadros operculados. Las nuevas hembras, emergen después de su ciclo en ocho días; exhiben quelíceros a manera de muñones no funcionales con piezas bucales que les permiten adherirse a las abejas adultas. Un número adultas fecundas y algunas jóvenes permanecen pegadas a las abejas que se nutren de su hemolinfa, las varroas adultas se desprenden del cuerpo de la obrera e invaden una nueva celda operculadas. En las hembras, la madurez sexual se alcanza a las 24 horas. Los machos mueren poco después del apareamiento, por lo que es difícil encontrarlos fuera de la celda.

En el trabajo realizado se ha encontrado que el 45% (82 colonias de 184 muestreadas, conviven con el ácaro en una proporción relativamente baja (1 a 4/100 abejas) y en 48 (26%), la proporción comienza a ser significativa (4 a 6 varroas/100 abejas); entre las categorías de exposición y alta exposición las 38 colonias, que representan el 20% del total evaluado, la incidencia está entre 7 y 10 ácaros (Cuadro 2). El menor impacto fue observado en 16 colonias (9%) de las 184 consideradas en el estudio. Sobre el 28% de las colonias establecidas en la consociación de bosque húmedo montano bajo (*bh-MB*), 12% de éstas presentaron comportamiento tolerante y el 4% están en la categoría de exposición; para la zona (*bh-T*), con 36% del total, el 21% corresponde a colonias tolerantes; sólo se ha encontrado que el 1% de abejas pueden ser clasificadas en el grupo de alta exposición.

En las colonias establecidas en la zona (*bs-MB*, con 54 colonias, 29% del total), 13 de ellas (7%), corresponden a colmenas altamente expuestas a la proliferación de varroa. Las diferencias observadas, pueden ser explicadas si se considera el efecto térmico

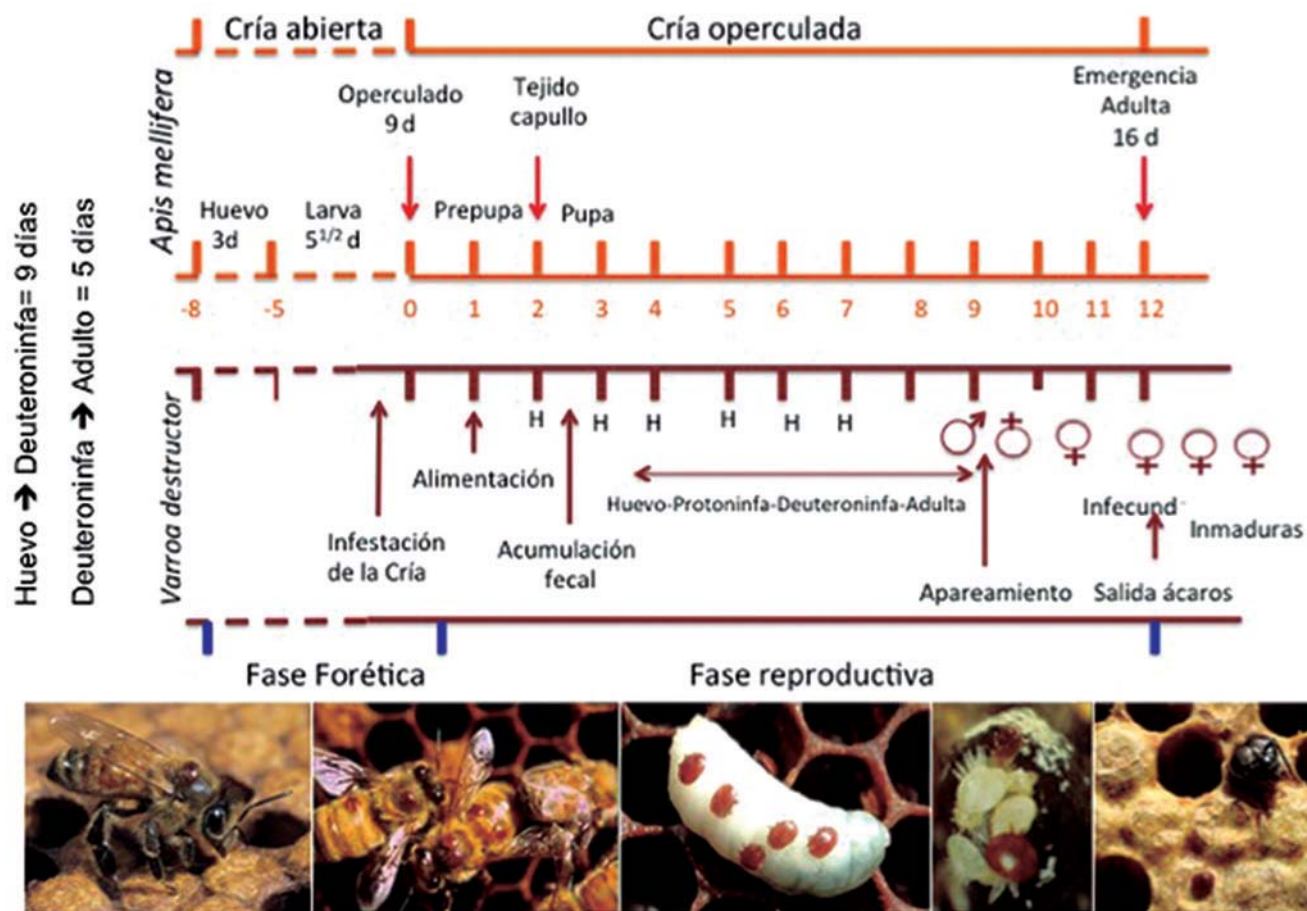


Figura 1. Representación del ciclo acoplado de *Varroa destructor* como hospedero de *A. mellifera*.

Cuadro 2. Distribución de frecuencias de la incidencia forética de varroa en colonias de abejas colombianas por zona de vida.

Zona de vida	Colonias (%)	Categorías				
		T	R	C	E	AE
<i>bh-MB</i>	51 (28)	22 (12)	11 (6)	11 (6)	4 (2)	3 (2)
<i>bh-T</i>	66 (36)	38 (21)	2 (1)	16 (9)	9 (5)	1(1)
<i>bs-MB</i>	54 (29)	19 (10)	3 (2)	14 (8)	5 (3)	13(7)
<i>bs-T</i>	13 (7)	3 (2)	0 (0)	7 (4)	3 (2)	0 (0)
<b>Total</b>	<b>184 (100)</b>	<b>82 (45)</b>	<b>16 (9)</b>	<b>48(26)</b>	<b>21(11)</b>	<b>17 (9)</b>

R:Reducida (reducida); T: Tolerantes (leve); C: Considerable (significativa); E: Expuestas (notable); AE: Alta exposición (severa).

sobre la tasa reproductiva y dinámica poblacional de *Varroa*, que es positivo cuando las condiciones de temperatura del medio son inferiores a 15°C. De otra parte la incidencia del agente epizootiológico en (*bh-MB*), indica que 33 de las 51 colonias evaluadas, corresponden a la categoría de leve a bajo impacto, de notable a severo en 7 colonias (4% del grupo). Los resultados descritos son consistentes y reafirman los hallazgos y observaciones adelantadas por Rosenkramz *et al.*, (2010; 1994) y Murhilas (2002), en relación al efecto térmico a favor de la reproducción y dinámica poblacional de *varroa*, que es favorecida en climas fríos.

Las colonias colombianas de abejas de zonas tropicales (*bh-T*) y (*bs-T*), se caracterizan por la dominancia de haplotipos africanizados sobre los europeos, (Salamanca, 2009; Prada *et al.*, 2009); en algunos casos se han adaptado ecotipos africanizados (HA) en zona fría. En los ecotipos HA, el metabolismo es más acelerado respecto de las abejas europeas (HE), que generalmente se reproducen en menor tiempo y exhiben una tendencia mayor al pillaje y a la enjambrazón. Los ambientes fríos y la condición de piso altitudinal, han favorecido la dominancia de (HE) sobre (HA). Estas por su parte se han adaptado a zonas de valle interandino y en ambientes secos de sabana, (Salamanca, 2001, Prada *et al.*, 2009).

El estrés térmico de alguna manera genera susceptibilidad a las infestaciones de *varroa* en ambientes fríos, hecho que puede variar dependiendo del entorno climático, el tamaño y fortaleza de las colonias. En climas fríos, cuando la disponibilidad de cría en colonias débiles disminuye, se presenta una mayor incidencia de ácaros en el estado forético, incrementando la proporción de *varroa* en cría como en las abejas adultas, lo cual diezma su tasa metabólica y con ello la actividad productiva.

En relación a los ecotipos de abeja y las zonas de vida, en este trabajo se ha observado alto grado de asociación, validando la tesis de dominancia de ecotipos en términos altitudinales y climáticos, conforme se deduce de los estadísticos de prueba Chi cuadrado de Pearson y de máxima verosimilitud; los coeficientes de correlación de Pearson de la incidencia sobre abejas y los ecotipos, revelan un elevado grado de asociación (Cuadro 3); así, el efecto de la incidencia forética e impacto de *V. destructor* en virtud a las condiciones definidas en el sistema

de clasificación de zonas de vida (Cuadro 4) y pisos térmicos parece favorecer la actividad del agente epizootiológico a bajas temperaturas, con un efecto controlado en ambientes cálidos y sobre híbridos africanizados. Este es un hallazgo que significativo y de referencia para otras investigaciones. La tolerancia de los híbridos de abejas, en colonias fuertes y con alta densidad de población parecen mitigar el impacto de *varroa*, pero es claro que las condiciones climáticas inciden en la dispersión del agente epizootiológico.

Las distribución de *varroa* en colonias de abejas en función del origen de las asignaciones políticas (Figura 3) por zona es como sigue: Exposición de forma considerable del ácaro en Tolima, (5), Casanare (25) Boyacá (26) < La Costa (28%); la relación para las expuestas en Boyacá (9%) < Tolima (25%) < Costa (29%), no se perciben colonias de esta clase en Casanare; el grupo de abejas tolerantes es como sigue: Boyacá (40) < La Costa (43) Tolima (61) < Casanare (67%); las expuestas en extremo: Casanare (3) < Boyacá (11%) < Calera (100%). En la Figura 2, se ilustran los perfiles de cuadrados medios para la incidencia de *varroa* según el origen.

Las zonas con mayor prevalencia de *Varroa destructor*, están ligados con ambientes fríos, manejo reducido del sistema apícola y prácticas apícolas deficientes, que contribuyen a desencadenar la dispersión del agente, a través de su fase forética. El traslado de colmenas y comercio de material biológico con reducidos controles es parte del problema; estos aspectos inciden en la proliferación del ácaro y el desarrollo de otros agentes etiológicos, que causan pérdidas económicas. Las zonas donde se presenta baja incidencia del ácaro, se relacionan con una mayor densidad de colonias africanizadas.

### Características de ácaro

La hembra de *V. destructor*, es elipsoidal, de 1035 x 1605µm de largo y ancho, abdomen aplanado, con forma abombado por el dorso. Los adultos de *Varroa* exhiben quelíceros a manera de muñones no funcionales y piezas bucales que les permiten adherirse a las abejas. El tamaño de los vellos es variable, en promedio (68 a 74) ± 2.0 µm se incluyen las mediciones de tres estadios del ectoparásito (Cuadro 5). En las determinaciones morfométricas de los estadios observados no se presentan diferencias significativas  $P < 0,05$  entre grupos de ácaros

Cuadro 3. Estadísticos de prueba de independencia de la incidencia e impacto de varroa en colonias de abejas colombianas.

Estadístico	Zonas de vida/incidencia		
	Valor	Grados de libertad	P-valor
** $\chi^2$	44.7	12	< 0.0001
** $\chi^2_{MV}$	42.5	12	< 0.0001
Coff. P.	0.44		

Estadístico	Zonas de vida/ecotipos		
	Valor	Grados de libertad	P-valor
** $\chi^2$	110.6	27	< 0.0001
** $\chi^2_{MV}$	124.6	27	< 0.0001
Coff. P.	0.61		

\* $\chi^2$ : Chi cuadrado Pearson; \*\* $\chi^2_{MV}$ : Chi cuadrado máxima verosimilitud. Coff. P.: Coeficientes de contingencia de Pearson.

Cuadro 4. Distribución de frecuencias de la incidencia forética de Varroa en relación a los ecotipos en las zona de vida.

Zona de Vida	Clima	Colonias	Ecotipos									
			HA					HE				
			T	R	C	E	AE	T	R	C	E	AE
<i>bh-MB</i>	<i>Frío</i>	51 (28)	10	6	4	2	0	12	5	7	2	3
<i>bh-T</i>	<i>Cálido</i>	66 (36)	38	2	16	9	1	0	0	0	0	0
<i>bs-MB</i>	<i>Frío</i>	54 (29)	9	1	7	3	10	10	2	7	2	3
<i>bs-T</i>	<i>Cálido</i>	13 (7)	3	0	7	3	0	0	0	0	0	0
<b>Total</b>		184 (100)	60	9	34	17	11	22	7	14	4	6

R: Reducida (reducida); T: Tolerantes (leve); C: Considerable (significativa); E: Expuestas (notable); AE: Alta exposición (severa). HA: Híbridos africanizados; HE: Híbridos europeos.

Cuadro 5. Estimaciones morfométricas de *Varroa destructor* en tres estadios removidas de colonias de abejas colombianas\*.

Estadios	Variables morfométricas							
	Largo	Ancho	Vello	PG		Q	PA	
				Ancho	Alto		Ancho	Largo
	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8
Huevos		500.0						
Deuteroninfa	724	784.0	68.0	592	531	511	144.0	130.0
Adulto hembra	1035	1605	74.0	676	531.0	587.0	191.0	82.00

Poros genital (PG); Placa anal (PA); Queliceros (Q). (\*): valores en  $\mu\text{m}$ .



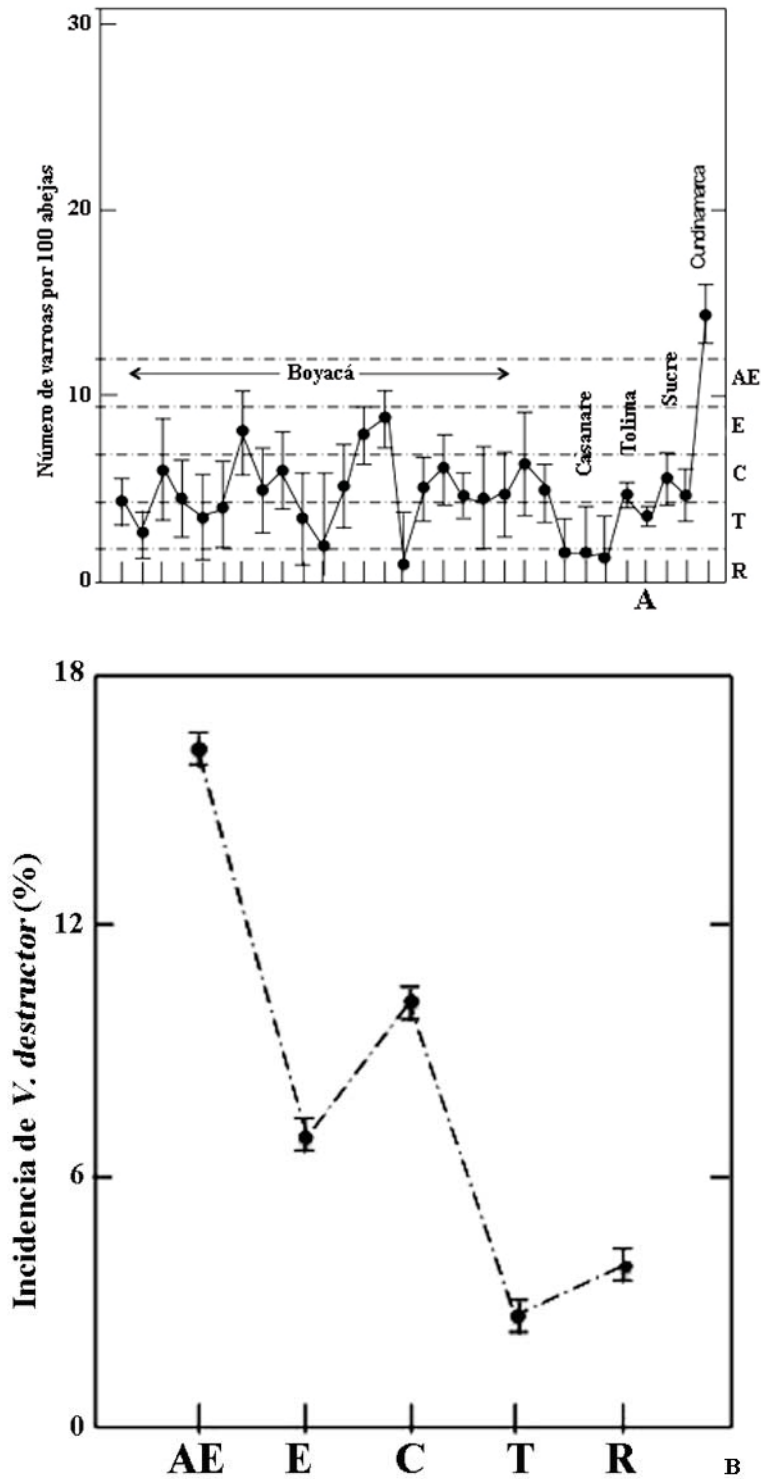


Figura 2. Incidencia de varroa en colonias de abejas colombianas A). Variabilidad de los índices de infestación en las colonias evaluadas B). Valores medios de los niveles de impacto de varroa en los grupos de referencia R(reducida). T (leve). C (significativa). E (notable). EA (severa).

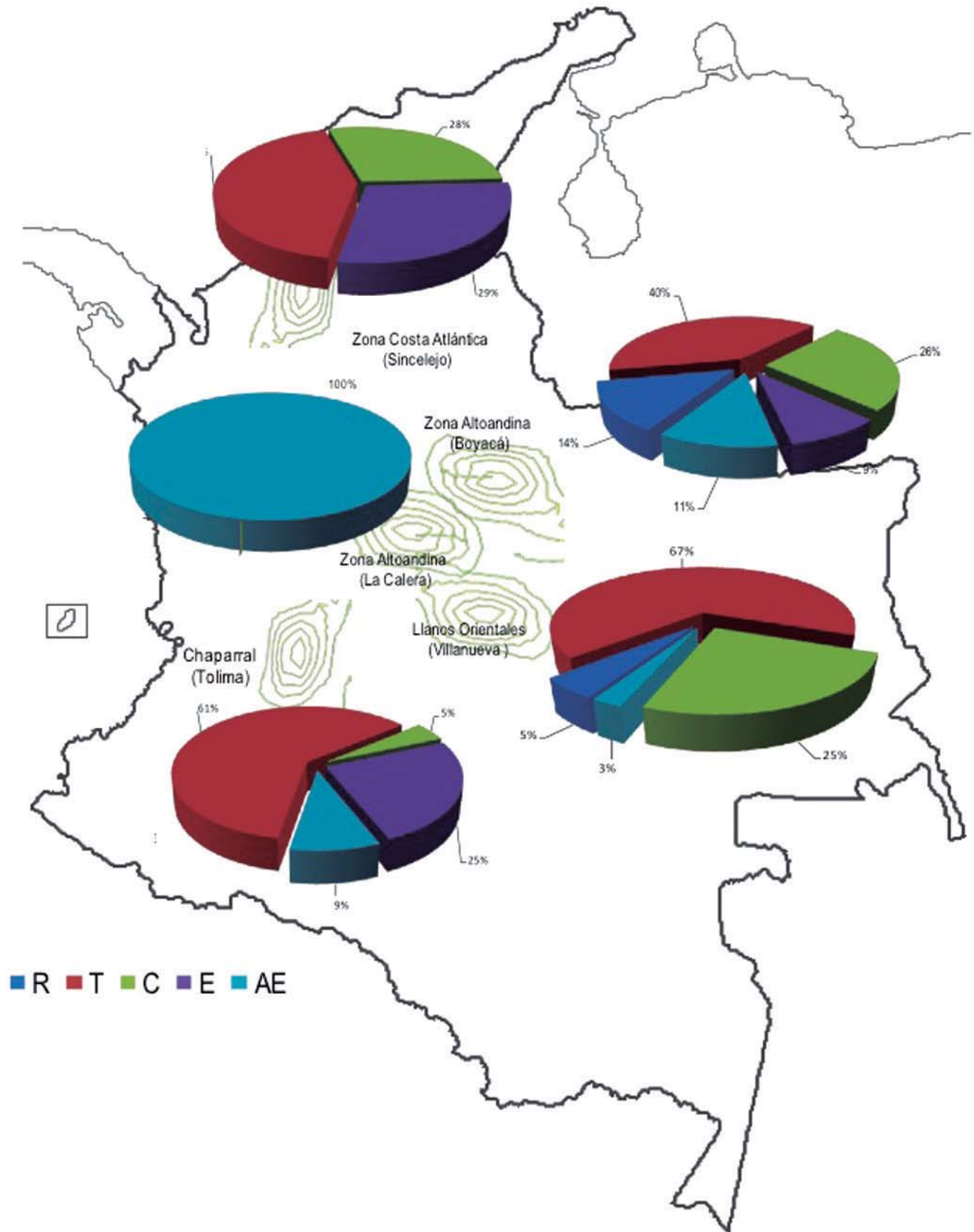


Figura 3. Representación de la incidencia de *Varroa destructor* en colonias de abejas establecidas en cinco entornos biogeográficos. Colonias resistentes (R). Tolerantes (T). Exposición considerable (C). Expuestas (E). Altamente expuestas (AE).

removidos de las colmenas de las consociaciones geográficas estudiadas.

### CONCLUSIONES

Se ha evaluado y diagnosticado la presencia del agente epizootológico causante de la varroosis, en su fase forética, sobre los ecotipos de abejas establecidas en cuatro zonas biogeográficas colombianas. La incidencia y dispersión del ácaro entre las colonias evaluadas, presenta diferencias significativas intra e inter-consociaciones biogeográficas. Los niveles de infestación dominantes corresponden a las categorías de exposición significativa a severa, que es concomitante con entorno térmico, las cotas altitudinales y los niveles de precipitación asociados a las zonas de vida. El clima frío, favorece la proliferación y actividad de varroa sobre ecotipos de híbridos europeos, a diferencia de los africanizados, establecidos en ambientes cálidos, como ocurre en las zonas de bosque seco y húmedo tropical. La fase forética en principio es reveladora del impacto de la varroosis sobre la apicultura colombiana. En entornos climáticos fríos, son afectadas las colonias de abejas débiles con mayor presencia de ácaros de *Varroa destructor* en su estado forético. El trabajo contribuye a la evaluación y diagnóstico de una epizootología que ha pasado desapercibida y que podría alcanzar límites alarmantes sobre sistemas apícolas instalados.

### AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan su gratitud a los apicultores colombiano que contribuyeron a la realización del trabajo, por la gestión, el apoyo y el acompañamiento durante el proceso de muestreo y las actividades de campo. Del mismo modo, al componente humano que ha consolidado el trabajo en el Grupo de Investigaciones Mellitopalínológicas y Propiedades Físicoquímicas de Alimentos de la Universidad del Tolima. Igualmente a Albert J. Yate, Edgar F. Vargas, de la cadena apícola de Boyacá, Efraín Muñoz Casteblanco, José L. Tapiero, J. Camilo Pérez y Eduardo Parra, por el acompañamiento en la fase de campo. A Marisol Campuzano, Lizeth Uribe, Laura Reyes y Johanna Polania, por las valoraciones en el laboratorio.

Estamos en deuda con los evaluadores del artículo y los colaboradores permanentes de la revista Zootecnia Tropical, por las observaciones,

sugerencias y recomendaciones al documento final durante el proceso de arbitraje.

### LITERATURA CITADA

- Anderson, D., R. Halliday and G. Otis. 1997. The occurrence of *Varroa underwoodi* (Acarina: Varroidae) in Papua New Guinea and Indonesia. *Apidologie*, 28(3-4):143-147.
- Anderson, D. and S. Fuchs. 1998. Two genetically distinct populations of *Varroa jacobsoni* with contrasting reproductive abilities on *Apis mellifera*, *J. Apic. Res.*, 37:69-78.
- Anderson, D. L., and J. W. H. Trueman. 2000. *Varroa jacobsoni* (Acari:Varroidae) is more than one species. *Exp. Appl. Acarol.*, 24:165-189.
- Arechavaleta-Velasco, M. E. and E. Guzmán-Novoa. 2001. Relative effect of four characteristics that restrain the population growth of the mite *Varroa destructor* in honeybee (*Apis mellifera*) colonies. *Apidologie*, 32:157-174.
- Arechavaleta-Velasco, M.E. y E. Guzmán-Novoa. 2000. Producción de miel de colonias de abejas (*Apis mellifera* L.) tratadas y no tratadas con fluvalinato contra *Varroa jacobsoni* Oudemans en Valle de Bravo, Estado de México. *Vet. Mex.*, 31(4):381-384.
- Aronstein, K., E. Saldivar, R. Vega, S. Westmiller and A. Douglas. 2012. How *Varroa* parasitism affects the immunological and nutritional status of the honeybee, *Apis mellifera*. *Insects*, 3:601-615.
- Bacci, M. 2007. Síndrome de despoblamiento de colmenas. Programa de Control de Enfermedades de las Abejas. SENASA. Argentina. 3 p.
- Casanova, R. 2002. Enfermedades de las abejas melíferas en Venezuela. Fondo Ed. FUNET. San Cristóbal, Venezuela. 71 p.
- Casanueva, M. 1992. Acarofauna asociada con *Apis mellifera* L. primeros registros para Chile de *Varroa jacobsoni* Oudemans y *Melittiphis alvearius* (Berlese) (Acari, Mesostigmata). *Boletín de la Sociedad Biológica de Concepción* (Chile), 63:51-53.

- Castillo, R. 1992. Varroasis, grave amenaza para la apicultura y la agricultura de nuestro país. Chile Hortofrutícola, 5(26):19-22.
- Cox-Foster, D., S. Conlan and E. Holmes. 2007. A metagenomic survey of microbes in honey bee Colony collapse disorder. Science, 318(5838):283-287.
- Coronado, A., C. Barrios and F. Mujica. 1997. *Varroa jacobsoni* Oudemans, 1904 (Acari:Varroidae) en apiarios del centrooccidente venezolano. Revista Científica, 7(3):161-163.
- Cressie, N. A. 1993. Statistic forspatial data.Wiley. Nueva York, EEUU.
- Guzman, L. I., and T.E. Rinderer. 1999. Identification and comparison of *Varroa* species infesting honey bees. Apidologie, 30:85-95.
- De Jong, D., L. Gonçalves and R. Morse. 1984. Dependence of climate of the virulence of *Varroa jacobsoni*. Bee Wld., 65(3):117-121.
- Delfinado-Baker, M. 1988. Variability and biotipes of *Varroa jacobsoni* Oud. Journal of Apicultural Research, 128(8):567-568.
- Di Prisco, G., F. Pennacchio, E. Caprio, H. Boncristiani Jr., J. Evans and Y. Chen. 2011. *Varroa destructor* is an effective vector of Israeli acute paralysis virus itoresn the honeybee, *Apis mellifera*. J. Gen. Virol., 92:151-155.
- Díaz, M. 2002. Geoestadística aplicada. Instituto de Geofísica, Universidad Nacional Autónoma de México, 131 p.
- Eguaras, M. y S. Ruffinengo. 2008. Estrategias para el control de varroa. 2da ed. Mar del Plata: Argentina.
- Ellis, J and C. Zettel. 2010. Varroa Mite, *Varroa destructor* Anderson and Trueman (Arachnida: Acari:Varroidae). EENY-473. Entomology and Nematology Department, Florida Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida. EEUU.
- Engels, W., L. Goncalves, J. Sreiner., A. Burriola and M. Issa. 1986. Varroa-Befallvon cárnica-volken in tropenklima. Apidology 23:203-216.
- Frey, E., R.Odemer, T. Blum and P. Rosenkramz. 2013. Activation and interruption of there production of *Varroa destructor* is triggered by host signals (*Apis mellifera*). Journal of Invertebrate Pathology.(En prensa).
- Fredes, F. 1993. Varroasis: un nuevo problema parasitario para Chile. Monografías de Medicina Veterinaria, 15(1-2):11-16.
- Fries, I., S. Camazine and J. Sneyd. 1994. Population dynamics of *Varroa jacobsoni*: a model and a review. Bee World, 75:5-28.
- Guerra, Jr. J., M.R.Issa, F.E. Carneiro, R. Strapazzon and G. Moretto. 2010. RAPD identification of *Varroa destructor* genotypes in Brazilian other regions of the Americas. Genetics and Molecular Research, 9(1):303-308.
- Griffiths, D.A. and C. Bowman. 1981. World distribution of the mite *Varroa jacobsonia* parasite of honey bee. Bee World 62(4):154-163.
- Guzmán-Novoa, E., L. Eccles, Y. Calvete, J. McGowan and P. Kelly. 2010. *Varroa destructor* is the main culprit orthe death and reduced populations of over wintered honey bee (*Apis mellifera*) colonies in Ontario, Canada. Apidologie, 41:443-450.
- Haining, R. 2003. Spatial Data Analysis. Theory and Practice. Cambridge University Press. 432 p.
- Hamiduzzaman, M. M., A. Sinia, E. Guzman-Novoa and P. Goodwin. 2012. Entomopathogenic fungi as potential biocontrol agents of ecto-parasitic mite, *Varroa destructor*, and their effect on the immune response of honeybees (*Apis mellifera* L.). Journal of Invertebrate Pathology 111(3) 237-243.
- Harbo, J. R. and J. W. Harris. 2009. Responses to *Varroa* by honeybees with different levels of *Varroa* Sensitive Hygiene. J. Apic. Res., 48:156-161.
- Higes, M. 2005. El síndrome de despoblamiento de las colmenas en España. Vida Apícola, pp 15-21.
- Issa, M., D. De Jong and L. Gonçalves. 1993. Reproductive strategies of the mite *Varroa jacobsoni* (Mesostigmata:Varroidae) : influence of larval type and comb cell size on honeybee



- brood infestation rates. *Braz. J. Genet.*, 16:219-224.
- Johnson, R. M., H. S. Pollock and M. R. Berenbaum. 2009. Synergistic interactions between in-hive miticides in *Apis mellifera*. *J. Econ. Entomol.*, 102:474-479.
- Kaplan, K. 2008. Colony collapse disorder: A complex buzz. *Agric. Res. Magazin*, 56(5):8-11.
- Le Conte, Y., G. de Vaublanc, D. Crauser, F. Jeanne y J. Rousselle. 2007. Honeybee Colonies that have survived *Varroa destructor*. *Apidologie*, 38: 566–572.
- Le Conte, Y., M. Ellis and W. Ritter. 2010. *Varroa* mites and honeybee health: can *Varroa* explain part of the colony losses?. *Apidologie*, 41:353-363.
- Mariani, F., M. Maggi, M. Porrini, S. Fuselli, G. Caraballo, C. Brasesco, C. Barrios, J. Principal, M. Eguaras, R. Moritz, J. de Miranda, I. Fries, Y. Le Conte, P. Neumann and R. Paxton. 2010. Research Strategies to Improve Honeybee Health in Europe. *Apidologie*, 227-242.
- 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.
- Oudemans, A.C. 1904. On a new genus and species of parasitic acari. *Notes Leyden Museum*, 24:216-222.
- Padilla-Álvarez, F. y J. M. Flores-Serrano. 2011. Selección de colonias de *Apis mellifera* iberiensis tolerantes a *varroa destructor*. *Actas Iberoamericanas de Conservación Animal*, 1:449-452.
- Prada, Q. C., J. Tello, G. Salamanca and M. A. Del Lama. 2009. Population genetics of *Apis mellifera* L. (Hymenoptera: Apidae) from Colombia. *Journal Of Apicultural Research*, 48(1):3-10.
- Peng, Y., Y. Fang, S. Xu and L. Ge. 1987. The resistance mechanism of the Asian honeybee, *Apis cerana* to an ectoparasitic mite *Varroa jacobsoni*. *J. Invert. Pathol.*, 49: 54-60.
- Pettis, J. y K. Delaplane. 2010. Coordinated responses to honey bee decline in the USA. *Apidologie*, 1-8.
- Principal, J., V. Santos y F. Laguna. 1991. Varroasis en Venezuela. *Memorias del XII Congreso Venezolano de Entomología, Mérida*. 22 p.
- Rosenkramz, P., P. Aumeier, and B. Ziegelmann. 2010. Biology and control of *Varroa destructor*. *J Invertebr. Pathol.*, 103:96-119.
- Rosenkramz, P. and W. Engels. 1994. Infertility of *Varroa jacobsoni* females as tolerance factor against varroaosis. *Apidologie*, 25:402-411.
- Salamanca, G. 2001. Estudio analítico comparativo de las propiedades fisicoquímicas de mieles de *Api mellifera*, en algunas zonas apícolas de los departamentos de Boyacá y Tolima. Tesis doctoral, Universidad Politécnica de Valencia, España. 314 p.
- Salamanca, G. 2009. Variabilidad genética del ADN mitocondrial de poblaciones de abejas *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae) en Colombia. *Zootecnia Trop.*, 27(4):373-382.
- Saldaña, F. D. 1994. La Varroasis: grave amenaza para la apicultura. *Agricult. Las Americas*, 219:32-34.
- Schoubouze, C. H. 1991. Varroasis y desarrollo larvario de las abejas. *Vida apícola*, 45:36-45.
- Seeley, T. D. 2007. Honeybees of the Arnot Forest: a population of feral colonies persisting with *Varroa destructor* in the northeastern United States. *Apidologie*, 38:19-29.
- Zhou, T., L. Denis, Z. Anderson, Y. Huang, S. Huang, J. Yao, T. Ken and Q. Zhang. 2004. Identification of *Varroa* mites (Acari: Varroidae) infesting *Apis cerana* and *Apis mellifera* in China. *Apidologie*, 35:645-654.
- Van Engelsdorp, D., D. Caron, J. Hayes, R. Underwood and M. Henson. 2012. A national survey of managed honeybee 2010–11 winter colony losses in the USA: results from the Bee Informed Partnership. *J. Apic. Res.*, 51:115-124.
- Vandame, R., M. Colin y G. Otero. 2002. Abejas Europeas y Abejas Africanizadas en México Tolerancia a *Varroa jacobsoni*. Disponible en línea: [http://www.beekeeping.com/articulos/vandame/vandame3\\_sp.htm](http://www.beekeeping.com/articulos/vandame/vandame3_sp.htm). [Feb. 18, 2013]
- Zhang, Z. and L. Zhi-Qiang. 2000. Notes on *Varroa destructor* (Acari: Varroidae) parasitic on honeybees in New Zealand, *Systematic*.