

Frecuencia de *Varroa destructor*, *Nosema apis* y *Acarapis woodi* en colonias manejadas y enjambres silvestres de abejas (*Apis mellifera*) en Mérida, Yucatán, México

Frequency of *Varroa destructor*, *Nosema apis* and *Acarapis woodi* in managed colonies and wild swarms of honey bees (*Apis mellifera*) in Merida, Yucatan, Mexico

Jesús Froylán Martínez Puc^a, Luis A. Medina Medina^b, Gloria Aracelly Catzín Ventura^b

RESUMEN

Las enfermedades y parasitosis que afectan a las abejas melíferas causan importantes pérdidas económicas a la actividad apícola. Sin embargo, los daños provocados por dichas parasitosis se presentan de manera heterogénea en colonias manejadas y en enjambres silvestres. Con la finalidad de determinar la frecuencia y niveles de infestación de *V. destructor*, *N. apis* y *A. woodi* en abejas melíferas en Yucatán, se colectaron un total de 76 muestras de abejas melíferas, durante junio a septiembre de 2006, siendo 27 de colonias manejadas y 49 de enjambres silvestres. La frecuencia de *V. destructor* en colonias manejadas fue de 62.9 %, con un nivel de infestación de 1.70 ± 0.26 (ácaros/100 abejas), y en los enjambres silvestres fue de 55.1 %, con un nivel de infestación de 1.96 ± 0.44 . No se observaron diferencias en la frecuencia ($X^2 = 0.44$, $gl = 1$, $P = 0.51$), y niveles de infestación ($t = 0.14$, $P = 0.89$). La frecuencia de *N. apis* en las colonias manejadas fue de 74.0 %, con una media de infestación de $1'480 \times 10^3 \pm 232 \times 10^3$ (esporas/abeja), y en los enjambres silvestres de 53.0 %, con una media de infestación de $1'416 \times 10^3 \pm 264 \times 10^3$, no se observaron diferencias en la frecuencia ($X^2 = 3.22$, $gl = 1$, $P = 0.07$) y niveles de infestación ($t = 0.18$, $P = 0.86$). No se detectó la presencia de *A. woodi* en las muestras analizadas. Los resultados demuestran un aumento en la frecuencia de *N. apis* en Yucatán.

PALABRAS CLAVE: Frecuencia, *Apis mellifera*, *Varroa destructor*, *Nosema apis*, *Acarapis woodi*.

ABSTRACT

Diseases and parasitosis that affect honey bees produce heavy losses to the honey industry. However, damages do not affect managed colonies and wild swarms homogeneously. With the purpose of determining frequency and rate of infestation of *V. destructor*, *N. apis* and *A. woodi* in bees in Yucatan, 76 bee samples were collected between June and September 2006, 27 from managed colonies and 49 from wild swarms. *V. destructor* frequency in managed colonies was 62.9 %, showing a 1.70 ± 0.26 mites/100 bees infestation rate and of 55.1 % in wild swarms, with a 1.96 ± 0.44 mites/100 bees infestation rate. No differences were found either for frequency ($\chi^2 = 0.44$, $d.f. = 1$, $P = 0.51$) or infestation rate ($t = 0.14$, $P = 0.89$). *N. apis* frequency in managed colonies was 74.0 %, showing a $1,480 \times 10^3 \pm 232 \times 10^3$ spores/bee infestation rate and of 53.0 % in wild swarms, with a $1,416 \times 10^3 \pm 264 \times 10^3$ spores/bee infestation rate. No differences were found either for frequency ($X^2 = 3.22$, $df = 1$, $P = 0.07$) or infestation rate ($t = 0.18$, $P = 0.86$). No presence of *A. woodi* was detected. Results confirm an increase in *N. apis* presence in Yucatan.

KEY WORDS: Frequency, *Apis mellifera*, *Varroa destructor*, *Nosema apis*, *Acarapis woodi*.

INTRODUCCIÓN

Las abejas melíferas están propensas a sufrir el efecto de diversas parasitosis que afectan el

INTRODUCTION

Honey bees show a tendency to suffer assorted parasitosis that affect both production and

Recibido el 4 de febrero de 2009. Aceptado para su publicación el 6 de julio de 2010.

^a Campo Experimental Edzná, INIFAP. Kilómetro 15 carretera Campeche-Pocuyaxum. 24570, Chiná, Campeche. martinez.jesusfroylan@inifap.gob.mx. Correspondencia al primer autor.

^b Departamento de Apicultura, Campus de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad Autónoma de Yucatán.

desarrollo y la producción de las colonias⁽¹⁾. En la mayoría de los casos, las pérdidas económicas suelen ser considerables, ya que los daños provocados por dichas parasitosis van desde una reducción en la producción de miel^(2,3), hasta la pérdida total de la colonia⁽⁴⁾. Entre las principales parasitosis que afectan a las abejas melíferas destaca la varroasis, causada por el ácaro *V. destructor*⁽⁵⁾, considerado como el principal problema sanitario al que se enfrenta la apicultura a nivel mundial, ya que se ha observado la pérdida total de colonias después de dos a cuatro años de haber iniciado la infestación en caso de no recibir ningún tratamiento⁽⁴⁾; a la llegada del ácaro en el estado de Yucatán, los productores reportaron pérdidas de 30 a 70 % de las colonias infestadas, mortalidad atribuida en su mayor parte a *V. destructor*⁽⁶⁾; así mismo, las colonias infestadas reducen la producción de miel hasta en un 65 % en comparación a las colonias libres de esta parasitosis⁽³⁾. También se ha observado que la infestación de este ácaro aumenta la posibilidad de que otras enfermedades se presenten en las colonias infestadas^(1,4,7).

Entre las principales parasitosis asociadas a *V. destructor* se encuentra la nosemosis, una parasitosis del tracto digestivo de las abejas adultas causada por el protozooario *N. apis*^(1,8,9), cuyos efectos son considerados de poca importancia en países que cuentan con climas tropicales o subtropicales⁽¹⁰⁾. Sin embargo, en la actualidad se ha observado que el número de esporas de *N. apis* se incrementa al aumentar los niveles de infestación de *V. destructor*, debido a que éste, provoca una reducción en la hemolinfa de la abeja infestada, favoreciendo la multiplicación de esporas de *N. apis*⁽¹¹⁾. Así mismo, se ha observado que infestaciones mixtas de *V. destructor* y *N. apis* han provocado un aumento en la mortalidad de las colonias infestadas a pesar de que el número de esporas de *N. apis* sea menor en comparación con la infestación únicamente de *N. apis*⁽¹²⁾.

No obstante, los daños provocados por dichas parasitosis, se presentan de manera heterogénea en las colonias manejadas y en los enjambres silvestres, ya que el mecanismo de transmisión juega un papel importante en la virulencia de dichas parasitosis, el

development of colonies⁽¹⁾. In most cases, economic losses can be great, going from a drop in honey production^(2,3) to death of colonies⁽⁴⁾. One of the main parasitosis affecting bees is varroaosis, caused by the parasitic mite *Varroa destructor*⁽⁵⁾, that is considered worldwide as the main disease affecting apiculture, because, if not treated can finish colonies after two to four years⁽⁴⁾. When this mite arrived to Yucatan, producers reported losses between 30 and 70 % of infested colonies, mostly attributed to *V. destructor*⁽⁶⁾. Besides, infested colonies show drops in honey production of up to 65 %, and infestation with this mite opens the door to other diseases^(1,4,7).

Among the main parasitosis associated to *V. destructor*, nosemosis, caused by the protozoarian *Nosema apis*^(1,8,9), is one of them, that affects the digestive tract of adult honey bees, and whose effects in tropical and subtropical areas are considered unimportant⁽¹⁰⁾. However, at present, it has been observed that the number of *N. apis* spores increase when varroa mite rates increase, because this last parasite reduces hemolymph in the infested insect, favoring multiplication of *N. apis* spores⁽¹¹⁾. Also, it has been reported that mixed varroa and *Nosema* infestations have caused increased mortality in infested colonies, even though infested colonies showed lower *Nosema* counts than those infested only with *N. apis*⁽¹²⁾.

However, damages produced by these parasites, present themselves heterogeneously in managed colonies and wild swarms, because the transmission mechanism, either horizontal or vertical, impacts on virulence of these parasitosis⁽¹³⁾. If the parasite passes directly to the progeny of the host, the reproductive success of the parasite is dependent on the reproductive success of the host, resulting in low virulence. Horizontal transmission takes place between individuals of the host population, increasing virulence of the parasite^(13,14).

African honey bees are found in Yucatan since 1987⁽¹⁵⁾, and several mechanisms against *V. destructor* are attributed to this bee specie, as well as a big tendency to form swarms. Due to this, it is important knowing the health status both of

cual puede llevarse a cabo de forma horizontal o vertical⁽¹³⁾. Si el parásito pasa directamente a la descendencia del hospedador (transmisión vertical, el éxito reproductivo del parásito depende del éxito reproductivo del hospedero, dando como resultado una baja virulencia. La transmisión horizontal ocurre cuando una parte de la población le transmite el parásito a otra, incrementando la virulencia del parásito^(13,14).

En Yucatán se cuenta con la presencia de la abeja africanizada desde 1987⁽¹⁵⁾, a la cual se le atribuyen diversos mecanismos en contra de *V. destructor*, así como también una elevada tendencia a enjambrar. Por tal motivo es importante conocer el estado sanitario en que se encuentran las colonias manejadas y los enjambres silvestres, debido a que en la actualidad se han observado pérdidas considerables en el número de colonias manejadas de abejas melíferas en el continente Europeo sin una causa aparente⁽¹⁶⁾, mortalidad que hasta el momento aún no se ha presentado en Yucatán.

El objetivo del presente trabajo fue determinar la frecuencia y niveles de infestación de *Varroa destructor*, *Nosema apis* y *Acarapis woodi* en colonias manejadas y enjambres silvestres de abejas *Apis mellifera* en Mérida, Yucatán.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se realizó en el Campus de Ciencias Biológicas y Agropecuarias (CCByA), de la Universidad Autónoma de Yucatán (UADY), ubicada en el km 15.5 de la carretera Mérida-Xmatkuil. Entre junio y septiembre de 2006, se colectaron un total de 76 muestras de abejas adultas, siendo 27 colonias manejadas y 49 enjambres silvestres provenientes de la ciudad de Mérida y sus alrededores. Cada muestra, consistió entre 200 a 300 abejas adultas colectadas en un frasco conteniendo 70 ml de alcohol etílico al 85 % para su conservación.

Las muestras de enjambres silvestres se colectaron con el apoyo del H. Cuerpo de Bomberos cuando estos recibían reportes de enjambres silvestres por parte de la población civil, y las muestras de colonias manejadas por parte de apicultores

managed colonies and wild swarms, because of considerable losses in the number of managed colonies due to no apparent causes in Europe⁽¹⁶⁾, that up to now has not made itself present in Yucatan.

The purpose of the present study was to determine frequency and infestation rates of *Varroa destructor*, *Nosema apis* and *Acarapis woodi* in managed colonies and wild swarms of the honey bee *Apis mellifera* in Yucatan.

MATERIALS AND METHODS

The present study was carried out in the Campus de Ciencias Biológicas y Agropecuarias (CCByA) of the Universidad Autónoma de Yucatan (UADY), located at km 15.5 of the Merida-Xmatkuil road. Between June and September 2006, a total of 76 adult bee samples were gathered, of which 27 were from managed colonies and 49 from wild swarms found in and near Merida. Each sample consisted of 200 to 300 adult bees, placed in bottles containing 70 ml ethylic alcohol at 85 % for conservation.

Samples from wild swarms were gathered with the help of firemen when they received reports from the civilian population, and those of managed colonies from participant producers. Presence of the mite *V. destructor* was diagnosed in accordance with the technique suggested by De Jong *et al.*⁽¹⁷⁾, that consists placing the collected bees in a bottomless upside down plastic bottles with the cap on, with a 3 mm wire mesh placed in the neck, to which a 85 % ethylic alcohol solution was added wholly covering the sample. Later the bottle was placed in a mechanical shaker for 15 min at 180 rpm. Like this, mites are removed from bees and pass through the mesh, and bees stay on the other side. Finally, the solution is sieved through a white cloth in which mites are kept back and later counted. Infestation percentage was estimated as:

$$\text{Infestation percentage} = \frac{\text{number of mites}}{\text{number of bees}} \times 100$$

Presence of *N. apis* was determined in accordance with the technique suggested by Catwell⁽¹⁸⁾, that

participantes. El diagnóstico del ácaro *V. destructor* se realizó de acuerdo a la técnica propuesta por De Jong *et al*⁽¹⁷⁾, la cual consiste en colocar a las abejas colectadas, en frascos de plástico en forma invertida con la tapa y una malla criba de 3 mm de abertura en el cuello de la botella sin fondo; posteriormente se le agregó a la muestra colectada una solución de alcohol etílico al 85%, hasta cubrir la totalidad de la muestra. El frasco fue colocado en un agitador mecánico durante 15 min a 180 rpm, de esta manera los ácaros que se encontraban sobre el cuerpo de las abejas fueron removidos, la malla de alambre permitió el paso de los ácaros pero no de las abejas. Finalmente la solución fue colada a través de una tela de color blanco en la cual quedaron retenidos los ácaros para su conteo; el porcentaje de infestación se determinó mediante la siguiente fórmula:

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

La presencia de *N. apis*, se determinó de acuerdo a la técnica de Catwell⁽¹⁸⁾, la cual consiste en macerar el abdomen de 25 abejas adultas por cada muestra en un mortero; posteriormente se añadieron 25 ml de agua destilada al macerado, utilizando nigrosina para teñir las esporas. Una gota del macerado fue colocada en un portaobjetos y fue analizada en un microscopio óptico compuesto a 40X; si en la prueba se detectó la presencia de esporas, se procedió al conteo de éstas con la ayuda de una cámara de Neubauer. La intensidad de la infestación se determinó de acuerdo a los parámetros propuestos por Jaycox⁽¹⁹⁾.

Para determinar la presencia de *A. woodi*, se utilizaron 20 abejas adultas de cada muestra mediante la técnica de disección, la cual consiste en colocar a

consist of macerating the abdomen of 25 bees of each sample in a mortar, later adding 25 ml of distilled water and tinting spores with nigrosine. A drop of macerate was placed in a slide and examined in a microscope at 40X, and if spores were seen, these were counted in a Neubauer chamber. Grade of infestation was determined in accordance with parameters suggested by Jaycox⁽¹⁹⁾.

For determining presence of *A. woodi*, 20 adult bees from each sample were treated with the dissection technique, which consists in placing the bees in filtering paper for eliminating excess alcohol, and later analyzing each bee in a stereoscopic microscope, setting the bee in dorsal position on a cork base with entomological needles set in the thorax and cutting off the head and the first pair of legs, thus making visible the first thoracic ring.

Chi squared tests were applied to determine the presence of statistical differences between positive frequency per hive in samples from both managed colonies and wild swarms for *V. destructor* and *N. apis*. To determine differences in *V. destructor* and *N. apis* infestation rates between managed colonies and wild swarm, Student's "t" test was applied, previous conversion of *V. destructor* rates to arcsine⁽²⁰⁾.

RESULTS

V. destructor infestation rates and frequency

V. destructor frequency in managed colonies was 62.9 % and 55.1 % in wild swarms (Table 1). Infestation rates were 1.70 ± 0.26 mites/100 bees and 1.96 ± 0.44 mites/100 bees in managed colonies and wild swarms, respectively. However,

Cuadro 1. Frecuencia de *V. destructor* en colonias manejadas y en enjambres silvestres

Table 1. *V. destructor* frequency in managed colonies and wild swarms

Origin	Samples gathered	Positive	Negative	Frequency (%)
Managed colonies	27	17	10	62.96
Wild swarms	49	27	22	55.10

las abejas sobre un papel filtro para eliminar el exceso de alcohol, posteriormente cada abeja fue analizada bajo un microscopio estereoscópico colocando a la abeja en posición dorsal sobre la superficie de una base de corcho, fijada con la ayuda de unas agujas entomológicas las cuales fueron insertadas a la altura del tórax; a cada abeja se le disectó la cabeza junto con el primer par de patas, dejando visible el primer anillo torácico.

Para determinar si existen diferencias estadísticas entre la frecuencia de positividad por colmena entre las muestras procedentes de colonias manejadas y enjambres silvestres para *V. destructor* como para *N. apis*, se empleó una prueba de Ji cuadrada. Para determinar diferencias en los niveles de infestación de *V. destructor* y *N. apis* entre las colonias manejadas y los enjambres silvestres se aplicó una prueba “t” de Student. Los niveles de infestación de *V. destructor* fueron convertidos a arcoseno antes de aplicar la prueba estadística⁽²⁰⁾.

RESULTADOS

Frecuencia y niveles de infestación de V. destructor

La frecuencia de *V. destructor* en las colonias manejadas fue de 62.9 %, y en los enjambres silvestres de 55.1 % (Cuadro 1). El nivel de infestación en las colonias manejadas fue de 1.70 ± 0.26 (ácaros/100 abejas), y en los enjambres silvestres de 1.96 ± 0.44 (ácaros/100 abejas). Sin embargo, no se encontraron diferencias estadísticas significativas en la frecuencia ($X^2=0.44$, $gl=1$, $P=0.51$), y niveles de infestación ($t=0.14$, $P=0.89$), entre ambos grupos.

Frecuencia y niveles de infestación de N. apis

La frecuencia de *N. apis* en las colonias manejadas fue de 74.0 %, y en los enjambres silvestres de

no statistical differences were found for frequency ($\chi^2=0.44$, $df=1$, $P=0.51$) and infestation rates ($t=0.14$, $P=0.07$).

N. apis infestation rates and frequency

N. apis frequency in managed colonies was 74.0 % and 53.0 % in wild swarms (Table 2). No statistically significant differences were found ($\chi^2=3.22$, $d.f.=1$, $P=0.07$). Infestation rate in managed colonies was $1,480 \cdot 10^3 \pm 232 \cdot 10^3$ spores/bee and $=1,1416 \cdot 10^3 \pm 264 \cdot 10^3$ spores/bee, $t=0.18$, $P=0.86$.

Proportion of managed colonies and wild swarms showing simple and mixed infestations

Managed colonies that showed simple infestations with *V. destructor* and *N. apis* presented 2.56 ± 0.88 mites/bee on average and $889 \cdot 10^3 \pm 206 \cdot 10^3$ spores/bee on average. Managed colonies that showed mixed infestations recorded 1.51 ± 0.24 mites/100 bees and $1,733 \cdot 10^3 \pm 299 \cdot 10^3$ spores/bee.

Wild swarms with simple infestations by *N. apis* or *V. destructor* presented $1,994 \cdot 10^3 \pm 645 \cdot 10^3$ spores/bee on average and 1.04 ± 0.26 mites/100 bees, respectively. Wild swarms with mixed infestations by both *V. destructor* and *N. apis*

present 2.51 ± 0.65 mites/100 bees on average and $1,110 \cdot 10^3 \pm 200 \cdot 10^3$ spores/bee on average, respectively (Figure 1). No association between parasite and type of colony (managed or wild; $\chi^2=3.34$; $df=3$, $P=0.34$).

A. woodi infestation rates and frequency

No presence of this parasite was recorded in the present study in samples, either of managed colonies or wild swarms.

Cuadro 2. Frecuencia de *N. apis* en muestras colectadas

Table 2. *N. apis* in gathered samples

Origin	Samples	Positive	Negative	Frequency (%)
Managed colonies	27	20	7	76.47
Wild swarms	49	26	23	53.06

53.0 % (Cuadro 2). Sin embargo, no se encontraron diferencias significativas ($X^2=3.22$, $gl=1$, $P=0.07$).

El nivel de infestación en las colonias manejadas tuvo una media $=1'480 \times 10^3 \pm 232 \times 10^3$ (esporas/abeja), similar a la registrada en los enjambres silvestres ($1'416 \times 10^3 \pm 264 \times 10^3$ esporas/abeja; $t=0.18$, $P=0.86$).

Proporción de colonias manejadas y enjambres silvestres con infestaciones simples y mixtas

Las colonias manejadas que presentaron infestación simple de varroa y nosema tuvieron un promedio de 2.56 ± 0.88 ácaros/100 abejas, y un promedio de $889 \times 10^3 \pm 206 \times 10^3$ esporas/abeja. Las colonias manejadas que presentaron infestaciones mixtas registraron un promedio de 1.51 ± 0.24 ácaros/100 abejas, y $1'733 \times 10^3 \pm 299 \times 10^3$ esporas/abeja.

Los enjambres silvestres que presentaron infestación simple de varroa y nosema tuvieron un promedio de 1.04 ± 0.26 ácaros/100 abejas, y un promedio de $1'994 \times 10^3 \pm 645 \times 10^3$ esporas/abeja. Los enjambres silvestres que presentaron infestaciones mixtas de varroa y nosema registraron un promedio de 2.51 ± 0.65 ácaros/100 abejas, y $1'110 \times 10^3 \pm 200 \times 10^3$ esporas/abeja (Figura 1). No se observó asociación entre los parásitos y el tipo de colonia (silvestre o manejada; $X^2=3.34$, $gl=3$, $P=0.34$).

Frecuencia y niveles de infestación de A. woodi

No se observó la presencia del ácaro traqueal *A. woodi* en ninguna muestra analizada de colonias manejadas y de enjambres silvestres en este estudio.

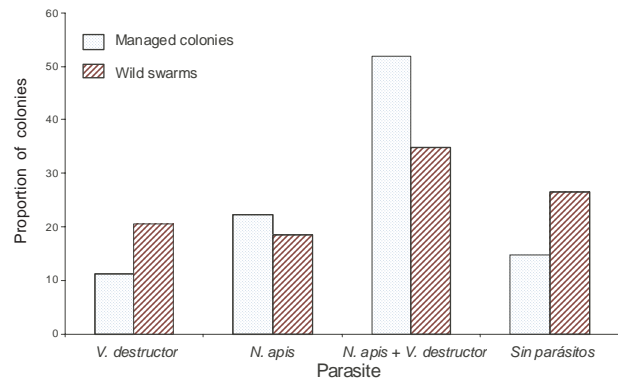
DISCUSIÓN

Frecuencia y niveles de infestación de V. destructor

La frecuencia de *V. destructor* en las colonias manejadas (62.9 %), fue numéricamente superior ($P>0.05$) a la registrada en los enjambres silvestres (55.1 %), lo cual coincide con lo reportado por diversos autores^(13,14), quienes afirman que la transmisión vertical, la cual ocurre por medio de la enjambración es menos virulenta que la

Figura 1. Proporción parásitos en colonias manejadas y enjambres silvestres

Figure 1. Parasite proportion in managed colonies and wild swarms



DISCUSSION

V. destructor infestation rates and frequency

V. destructor frequency in managed colonies (62.9 %) was numerically greater than in wild swarms ($P>0.05$), in coincidence with what is reported by other authors^(13,14), who mention that vertical transmission, that takes place in swarms, due to their structure, is less virulent than horizontal transmission, present due to drift of worker bees, drones or because of pillage, as with this process, the biological cycle of the parasite is broken.

However, wild swarms do not receive treatments of any kind (chemical or alternative) against *V. destructor* or are artificially fed in periods of scarcity, as is the common practice in managed colonies. Besides, in the present study, 26 % of wild swarms were completely free of parasites vs 15 % in managed colonies.

Infestation rate in managed colonies was similar to those found in wild swarms. Results obtained in the present study differ with what is reported by other authors⁽²¹⁾ who report low *V. destructor* infestation rates in wild swarms in comparison of managed colonies

It has been shown that low infestation rates in wild swarms, is due to the fact that during swarming,

transmisión horizontal, que se presenta por medio de la deriva de las abejas pecoreadoras, zánganos o por medio del pillaje, ya que mediante este proceso se interrumpe el ciclo biológico del parásito.

Sin embargo, es importante señalar que los enjambres silvestres no reciben ningún tipo de tratamiento (químico o alternativo), en contra del crecimiento poblacional del ácaro *V. destructor* y mucho menos alimentación artificial en época de escasez como generalmente ocurre con las colonias manejadas. Así mismo, se pudo observar que el 26 % de los enjambres silvestres se encontraban totalmente libres de parásitos en comparación al 15 % de las colonias manejadas.

El nivel de infestación en las colonias manejadas, fue similar a la registrada en los enjambres silvestres. Los resultados obtenidos en el presente estudio difieren con los reportados por otros autores⁽²¹⁾, quienes mencionan bajos niveles de infestación de *V. destructor* en los enjambres silvestres en comparación a las colonias manejadas.

Se ha demostrado que los bajos niveles de infestación en los enjambres silvestres, se debe a que durante el proceso de enjambrazón, aproximadamente el 25 % de la población de los ácaros presentes en la colonia salen junto con el enjambre, y el 75 % de los ácaros permanece en la colonia original, dando como resultado una reducción en los niveles de infestación en la colonia original y en el enjambre⁽¹⁴⁾. Incluso el proceso de enjambrazón se ha sugerido como un mecanismo para regular el crecimiento poblacional de diversas parasitosis^(22,23).

La frecuencia de *V. destructor* obtenida en las manejadas (62.9 %), fue similar a la reportada previamente, en la región Metropolitana correspondiente a la ciudad de Mérida en 1996, siendo de un 64.0 %⁽⁷⁾. Sin embargo, el nivel de infestación observado en el presente estudio en colonias manejadas (1.70 ácaros/100 abejas), difiere a lo reportado en 1996, siendo de 4.91 (ácaros/100 abejas)⁽²³⁾, indicando una reducción en los niveles de infestación. La reducción en los niveles de infestación de *V. destructor* en las colonias

almost 25 % of mite population of the colony goes out with the swarm and 75 % stays in the colony, thus reducing the infestation rate of both colony and swarm⁽¹⁴⁾. Due to this, swarming has been suggested as a mechanism to control growth of several parasitosis^(22,23).

Frequency of *V. destructor* found in managed colonies (62.9 %) was similar to one reported before (1996) in the metropolitan area of Mérida, 64.0 %⁽⁷⁾. However, the infestation rate observed in the present study in managed colonies (1.70 mites/100 bees), differs from what was reported in 1996, 4.91 mites/100 bees⁽²³⁾, indicating a drop in the infestation rate. This could be due to application of either chemical (fluvinate and flumethrin) or alternative treatments (formic acid and thymol) for controlling the mite, and in wild swarms due to swarming, which checks *V. destructor* growth^(14,22,23).

Several reports from diverse regions suggest a possible adaptation between parasite and host. For example, in France a drop in the number of wild swarms due to *V. destructor* was observed, but later the number of swarms gradually recovered⁽²³⁾. In Yucatan, Africanized bees are found, who present several resistance mechanisms against *V. destructor*^(7,24). However, it is important to determine if the drop in the infestation rate is due to a reduction in the virulence of the parasite or to a constant application of treatments to reduce the incidence of *V. destructor*, which could result in mites resistant to chemical treatments, as has already been reported in Mexico^(25,26).

N. apis infestation rate and frequency

A very high *N. apis* frequency was observed in managed colonies (74.0 %), when compared to wild swarms (53.0 %). This can be due to several factors, usually caused by the beekeeper, like constantly manipulating hives, which increases the stress rate^(1,2,27), squashing bees when closing hives^(8,9), use of contaminated equipment and changing honeycombs between infested and healthy hives^(8,9,19). Besides, *N. apis* spores can be transmitted through wax^(8,27), pollen⁽²⁾, royal jelly⁽²⁾ and contaminated drinking troughs^(2,19,27).

manejadas posiblemente se deba a la aplicación de diversos tratamientos químicos (fluvalinato y flumetrina), o alternativos (ácido fórmico y el timol), para el control del ácaro, y en los enjambres silvestres debido al proceso de enjambrazón, el cual actúa para regular el crecimiento poblacional de *V. destructor*^(14,22,23).

Existen reportes en algunas regiones del mundo, que sugieren la posible adaptación entre el parásito y el huésped; por ejemplo en Francia, se observó una reducción en la cantidad de enjambres silvestres debido al ácaro *V. destructor*, para posteriormente incrementarse de manera paulatina⁽²³⁾. En Yucatán se cuenta con la presencia de la abeja africanizada la cual presenta diversos mecanismos de resistencia en contra del crecimiento poblacional del ácaro *V. destructor*^(7,24). Sin embargo, es importante determinar si la reducción en los niveles de infestación se debe a una reducción en la virulencia del parásito, o a la aplicación constante de tratamientos para reducir los niveles de infestación de *V. destructor*, lo cual podría dar como consecuencia el desarrollo de ácaros resistentes a los tratamientos químicos, de los cuales ya se tienen reportes en México^(25,26).

Frecuencia y niveles de infestación de N. apis

Se observó una elevada frecuencia de *N. apis* en las colonias manejadas (74.0 %), en comparación a los enjambres silvestres (53.0 %), esto se debe a diversos factores, que generalmente son causados por el propio apicultor, como la manipulación constante de las colmenas, lo cual agrava los niveles de estrés^(1,2,27), el aplastamiento de las abejas al momento de cerrar las colmenas^(8,9), el empleo de equipo contaminado y el intercambio de panales de una colonia enferma a una colonia sana^(8,9,19). Así mismo, se ha comprobado que las esporas de *N. apis* pueden ser transmitidas a través de la cera^(1,8,27), el polen⁽²⁾, la jalea real⁽²⁾, y los bebederos contaminados^(2,19,27).

El intercambio de panales realizado por el apicultor es un medio importante para la transmisión de esporas de *N. apis*^(8,9,19), lo cual no ocurre en los enjambres silvestres, ya que estos construyen

Honeycomb interchange performed by beekeepers is an important source of *N. apis* spore transmission^(1,8,9,19), which does not take place in swarms, because they usually build new hives when establishing themselves, so bees from these swarms will show lower infestation rates than bees emerging from old honeycombs used in managed colonies.

Confinement is one of the main factors favoring *N. apis* development^(8,27), which happens in managed colonies, and the longer the confinement period the higher is the probability of *N. apis* contagion, due to the close contact between bees^(8,9). All factors that foster feces retention and prevent defecation outdoors, favor spore dissemination inside hives⁽¹⁾ because spores travel in adult bee feces and are eaten by young bees when cleaning contaminated honeycombs^(8,9,27).

However, even though a high frequency was observed in managed colonies in comparison to wild swarms, no significant differences were found and it is worth mentioning that studies carried out in Yucatan to determine *N. apis* prevalence in wild swarms during 1992 and 1993 showed negative results towards this parasite, possibly due to the fact that wild swarms are exposed to the environment and are not confined in one place, as is the case of managed colonies^(28,29).

The high *N. apis* frequency obtained in the present study in both managed colonies and wild swarms, can be attributed in part to the mite *V. destructor*, because this mite produces weakness in infested bees bringing about a greater intensity in *N. apis* reproduction in parasitized bees⁽³⁰⁾.

N. apis frequency has increased notably in both managed colonies and wild swarms, as in 1980 countrywide prevalence in managed colonies was 3.8 %, not being considered then a problem for beekeeping in Mexico⁽¹⁰⁾. However, studies carried out in Yucatan in samples gathered in 1990, reported a *N. apis* frequency at the state level of 14.4 %, and of 20.0 % in the city of Merida⁽³²⁾, practically double the one reported two years before for the State.

panales nuevos al momento de establecerse en un nuevo nido, de esta manera las abejas que emergen presentarán menores niveles de infestación en comparación a las abejas que emergen de panales viejos utilizados en las colonias manejadas.

El confinamiento es uno de los principales factores que favorecen el desarrollo de *N. apis*^(1,8,27), lo cual ocurre generalmente en las colonias manejadas, donde mientras más largo sea el periodo de confinamiento mayor será la probabilidad de que la enfermedad se presente, debido al estrecho contacto entre las abejas^(8,9). Todos los factores que fomenten la retención de heces y eviten la defecación al aire libre, favorecen la diseminación de esporas dentro de la colmena⁽¹⁾; esto se debe a que las esporas se difunden con la materia fecal de las abejas adultas y son ingeridos por las abejas jóvenes cuando limpian los panales contaminados^(8,9,27).

Sin embargo, a pesar de que se observó una elevada frecuencia en las colonias manejadas en comparación a los enjambres silvestres, no se observaron diferencias significativas; es importante mencionar que estudios realizados en Yucatán para determinar la prevalencia de *N. apis* en enjambres silvestres durante 1992 y 1993 fueron negativos a la presencia del parásito, posiblemente debido a que los enjambres silvestres generalmente se encuentran expuestos al medio ambiente, y no se encuentran confinados en un sitio determinado como ocurre en las colonias manejadas^(28,29).

La elevada frecuencia de *N. apis*, obtenida en el presente estudio en las colonias manejadas y en los enjambres silvestres, posiblemente se deba en parte al ácaro *V. destructor*, ya que se ha observado que el mecanismo de alimentación del ácaro provoca el debilitamiento de las abejas infestadas, ocasionando que *N. apis* se reproduzca con una mayor intensidad en las abejas parasitadas⁽³⁰⁾.

La frecuencia de *N. apis* ha tenido un aumento considerable en las colonias manejadas y en los enjambres silvestres, ya que en 1980 la prevalencia a nivel nacional de *N. apis* en las colonias manejadas fue de 3.8 %, concluyendo que no podía ser considerado como un problema para la apicultura a nivel nacional⁽¹⁰⁾. Sin embargo, estudios realizados

A statistically significant correlation was found between rainfall and *N. apis*⁽²⁷⁾, which could have influenced the high frequency observed in the present study, as samples were gathered in September, during the rainy season in Yucatan⁽¹⁵⁾, and a possible relation between weather and this illness has been also reported⁽³¹⁾.

However, the high frequency obtained in the present study in both wild swarms and managed colonies could be due to the presence of a new parasite species for *Apis mellifera*^(16,33), *N. ceranae*, that is a parasite of *Apis cerana*, the Asian bee, which is widely dispersed throughout the world⁽³⁴⁾, displacing *N. apis* quickly. At present, a high mortality of bees has taken place in Europe, known as Colony Depopulation, generally associated to an interaction between *N. cerana* and *V. destructor*. Nonetheless, in Yucatan up to the moment of this paper being written, no reports on bee mortality related to this illness have been issued. In the present study it was impossible to confirm which *Nosema* specie was present in positive samples, because both species are morphologically very similar⁽³⁵⁾.

Proportion of managed colonies and wild swarms with simple and mixed infestation

The percentage of managed colonies showing mixed infestation was greater than in wild swarms, possibly due to the fact that *V. destructor* causes a drop in hemolymph in parasitized bees, facilitating *N. apis* reproduction⁽¹¹⁾. The high percentage of mixed infestations found in managed colonies when compared to those found in wild swarms is possibly due to bad management practices of beekeepers, because only 14.8 % of colonies were parasite free against 26.5 % of wild swarms.

Acarapis woodi frequency and infestation rate

In the present study the presence of the tracheal mite *A. woodi* was negative, as no individuals were identified. Therefore, this parasite cannot be considered as a bee health problem in Yucatan. Nevertheless, some reports confirm the presence of this parasite. In 1992, *A. woodi* frequency in Yucatan was 3.11 % in the State and 10.0 % in the city of Merida⁽³⁶⁾.

en Yucatán en muestras colectadas durante 1990, reportaron una frecuencia a nivel estatal de un 7.2 % y de un 13.3 % en muestras colectadas en la ciudad de Mérida⁽³¹⁾, para 1992 la prevalencia a nivel estatal era de un 14.4 %, prácticamente el doble a la prevalencia reportada dos años antes y de un 20.0 % en la ciudad de Mérida⁽³²⁾.

Se ha observado que existe una correlación estadísticamente significativa entre la precipitación pluvial y *N. apis*⁽²⁷⁾, lo cual pudo haber influido en la elevada frecuencia obtenida en el presente trabajo, ya que las muestras fueron colectadas durante los meses de junio a septiembre, correspondiente a la época de lluvias en Yucatán⁽¹⁵⁾, así como también se ha sugerido la existencia de una posible relación entre el clima y la enfermedad⁽³¹⁾.

Sin embargo, la elevada frecuencia obtenida en colonias manejadas y enjambres silvestres podría ser la presencia de una nueva especie de parásito descubierto en *A. mellifera*, ya que en los últimos años se ha reportado que *N. ceranae*, un parásito que originalmente afectaba a la abeja asiática *A. cerana*, se encuentra parasitando a las abejas *A. mellifera*^(16,33), y se encuentra distribuido en gran parte del mundo⁽³⁴⁾, desplazando a *N. apis* de manera rápida. En la actualidad se ha observado una elevada mortalidad de colonias de abejas melíferas en el continente Europeo, generalmente asociado a la interacción de *V. destructor* y *N. ceranae*, conocido como Síndrome del Desplazamiento de las Colonias. Sin embargo, en Yucatán hasta el momento no existen reportes de pérdidas relacionadas con dicho fenómeno. En el presente estudio no se pudo confirmar la especie de nosema correspondiente a las muestras positivas, ya que morfológicamente son muy similares⁽³⁵⁾.

Proporción de colonias manejadas y enjambres silvestres con infestaciones simples y mixtas

El porcentaje de colonias manejadas con infestaciones mixtas fue mayor a la registrada en los enjambres silvestres, posiblemente debido a que *V. destructor* ocasiona una reducción en la cantidad de la hemolinfa de la abeja parasitada facilitando la reproducción de *N. apis*⁽¹¹⁾. El elevado porcentaje

Studies carried out in Yucatan on samples gathered in wild swarms reveal a very low frequency for *A. woodi*, 4.92 % in 1992 and 17.46 % in 1993, being Merida free of this parasite in both sampling dates.

Several authors report a low *A. woodi* frequency in Yucatan, contrary to what happens in the rest of the country. The first report of the presence of *A. woodi* in Mexico was drawn in 1980, accounting the presence of this parasite in hives near Guadalajara⁽³⁷⁾. Later, its presence was reported in 23 of the 32 states of Mexico, being Yucatan free of this pest⁽³⁸⁾.

One of the reasons the Yucatan peninsula was free of *A. woodi* for a long period, is that beekeepers in this area are practically isolated from those in the rest of the country, and are used to raise their own queen bees, thus reducing the possibilities of introducing infested material⁽³⁹⁾.

The zero presence of *A. woodi* in the present study can be due to different factors that take part in its biological cycle, as differences between diverse bee lines have been reported⁽¹⁾. Africanized bees present lower *A. woodi* infestation rates than European bees, which could have influenced previous studies⁽⁴⁰⁾, because Africanized bees are present in Yucatan since 1987⁽¹⁵⁾ and live for a shorter period than European bees, as well as the presence of diverse resistance mechanisms to illnesses, as swarming. In a study performed between 1986 and 1989 in Quintana Roo a high *A. woodi* prevalence was found in managed colonies in comparison to what was found in wild swarms⁽⁴¹⁾.

The high temperatures recorded in Yucatan can also contribute to limit the development of this mite inside colonies, because when bees are subjected to high temperatures (38 °C), tracheal mites can be eliminated without affecting bees⁽⁴²⁾. It has been observed that damage due to *A. woodi* is found heterogeneously, because populations without damage are found, being possible to develop resistance through natural⁽¹⁾ or artificial selection, producing resistant lines, such as Buckfast⁽⁴³⁾, that present a strong dressing up behavior and low infestation rates⁽⁴⁴⁾.

de infestaciones mixtas en colonias manejadas en comparación a los enjambres silvestres se debe posiblemente a las malas prácticas de manejo por parte del apicultor, ya que únicamente el 14.8 % de las colonias manejadas se encontraban libres de parásitos en comparación con el 26.5 % de los enjambres silvestres.

Frecuencia y niveles de infestación de A. woodi

En el presente trabajo no se detectó la presencia del ácaro traqueal *A. woodi*, por lo tanto, este parásito no puede ser considerado un problema sanitario para la apicultura en Yucatán. Sin embargo, existen algunos reportes que confirman la presencia de dicho parásito. En 1992 la frecuencia de *A. woodi* en Yucatán fue de 3.11 %, y de un 10.0 % en la ciudad de Mérida⁽³⁶⁾.

Estudios realizados en Yucatán en muestras colectadas de enjambres silvestres revelan de manera similar, una baja frecuencia de *A. woodi*, siendo de un 4.92 %, en 1992 y de un 17.46 % en 1993, encontrándose Mérida libre de *A. woodi* en ambos periodos de muestreo.

Como se puede observar, muchos autores reportan una baja frecuencia de *A. woodi*, caso contrario a lo observado en el resto del país. El primer reporte de *A. woodi* en México, se realizó en 1980 en apiarios cercanos a Guadalajara⁽³⁷⁾, y posteriormente, se reportó su presencia en 23 de los 32 estados que conforman la República Mexicana, encontrándose Yucatán entre los estados libres de esta parasitosis⁽³⁸⁾.

Una de las razones por la que la península de Yucatán se encontró libre de *A. woodi* por tiempo prolongado se debe a que los apicultores de esta región se encuentran aislados con los apicultores del resto del país, y tienen la costumbre de criar a sus propias reinas, reduciendo la importación del material infestado y por lo tanto las posibilidades de infestación son limitadas⁽³⁹⁾.

La nula presencia de *A. woodi* en este trabajo puede deberse a diversos factores que intervienen en el ciclo biológico del parásito, ya que se han reportado diferencias entre distintas líneas de

Based on these results, the zero presence of *A. woodi* in the present study is most probably due to the fact that the prevalence of this parasite is extremely low, and therefore the sample size was not large enough for detecting its presence. However, other factors could have reduced the presence of this parasite and possibly eliminating it, because the previous studies were carried out before 1994⁽⁴⁵⁾, when *V. destructor* was found for the first time in Yucatan, and beekeepers began using formic acid^(1,19) and menthol⁽¹⁹⁾, for controlling this pest, products that also control *A. woodi*.

CONCLUSIONS AND IMPLICATIONS

V. destructor frequency remains constant in Yucatan, however, a drop in the infestation rate has been observed in the last few years. Contrariwise, *N. apis* frequency has increased considerably, therefore, management practices designed to control this parasite and reduce its infestation rate should be adopted. No presence of *A. woodi* was detected in samples and because of this, it should not be considered as a problem for beekeeping in Yucatan.

ACKNOWLEDGMENTS

The authors wish to thank CONACYT for the grant awarded when this study was being carried out, to CCBYA and to UADY for their continued support, and also to the Africanized Bee Program of SAGARPA for their help in collecting samples in managed colonies, and most especially to the Fire Department of the Security Secretary Publishes of the Yucatan for their support in gathering samples from wild swarms.

End of english version

abejas⁽¹⁾. Las abejas africanizadas presentan menores niveles de infestación de *A. woodi* en comparación con las abejas europeas, lo cual pudo haber influido en los estudios previos realizados⁽⁴⁰⁾,

debido a que en Yucatán se cuenta con la presencia de la abeja africanizada desde 1987⁽¹⁵⁾, la cual presenta un periodo de vida menor en comparación a las abejas europeas, así como diversos mecanismos de resistencia hacia diversas enfermedades, como el proceso de enjambrazón. En un estudio realizado entre 1986 y 1989 en el estado de Quintana Roo se encontró una elevada prevalencia de *A. woodi* en colonias manejadas en comparación a los enjambres silvestres⁽⁴¹⁾.

Las altas temperaturas que se registran en Yucatán puede ser un factor que limita el crecimiento del ácaro dentro de la colonia, ya que se ha observado que sometiendo a las abejas infestadas a temperaturas altas (38 °C) se pueden eliminar a los ácaros traqueales sin afectar a las abejas⁽⁴²⁾. Se ha observado que los daños provocados por *A. woodi* se presentan de manera heterogénea, ya que existen poblaciones donde no se observan daños debido a este parásito, siendo posible que por medio de una selección natural las abejas puedan desarrollar resistencia⁽¹⁾, o bien por medio de la selección artificial se han desarrollado líneas resistentes como la Buckfast⁽⁴³⁾, las cuales presentan un alto comportamiento de acicalamiento y bajos niveles de infestación⁽⁴⁴⁾.

En base a los resultados obtenidos, la nula presencia de *A. woodi* en el presente estudio posiblemente se deba a que la prevalencia del parásito es muy reducido, por lo tanto, el tamaño de la muestra no fue lo suficiente amplio para detectar su presencia. Sin embargo, existen otros factores que posiblemente han ayudado a reducir la presencia de dicho parásito o incluso a eliminarlo, ya que los estudios previos realizados para determinar su prevalencia, se realizaron antes de la llegada del ácaro *V. destructor* a nuestro estado ocurrido en 1994⁽⁴⁵⁾, el cual ha inducido a los apicultores a la aplicación de diversos métodos para el control de *V. destructor*, entre los que destacan el ácido fórmico^(1,19), y el mentol⁽¹⁹⁾, los cuales también tienen un efecto sobre *A. woodi*.

CONCLUSIONES E IMPLICACIONES

La frecuencia de *V. destructor* en el estado de Yucatán permanece constante, sin embargo se ha

observado una reducción en los niveles de infestación en los últimos años. Por el contrario la frecuencia de *N. apis* se ha incrementado de manera considerable, por lo cual se deben implementar prácticas de manejo encaminadas a reducir los niveles de infestación de dicho parásito. No se observó la presencia del ácaro traqueal *A. woodi*, en ninguna muestra analizada, por lo cual este parásito no debe ser considerado como un problema sanitario en Yucatán.

AGRADECIMIENTOS

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), por la beca otorgada durante la realización de este trabajo. Al Campus de Ciencias Biológicas y Agropecuarias (CCByA), de la Universidad Autónoma de Yucatán (UADY), por todo el apoyo otorgado durante la realización de este trabajo. Al Programa de la Abeja Africana de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA), por el apoyo otorgado en la colecta de muestras procedentes de colonias manejadas. Al H. Cuerpo de Bomberos de la Secretaría de Seguridad Pública del Gobierno del Estado de Yucatán, por el apoyo otorgado en la colecta de muestras procedentes de enjambres silvestres.

LITERATURA CITADA

1. Ritter W. Enfermedades de las abejas. España: Acribia, SA; 2001.
2. Cornejo LO, Rossi CO. Enfermedades de las abejas su profilaxis y su prevención. Argentina: Hemisferio Sur, SRL; 1974.
3. Arechavaleta VM, Guzmán-Novoa E. Producción de miel en colonias de abejas (*Apis mellifera* L.) tratadas y no tratadas con un acaricida contra *Varroa jacobsoni* Oudemans en el Valle de Bravo, Estado de México. Vet Méx 2000;31:381-384.
4. De Jong D. Mites: Varroa and other parasites of brood. In: Honey bees pest, predator and diseases, 2a ed. Mors A, Nowogrodzki R editors. Ohio, USA: The A.I. Root Co Medina; 1997; 200-218.
5. Anderson DL, Trueman J. *Varroa jacobsoni* (Acari:Varroidae) is more than one species. Exp Appl Acarology 2000;24(3):165-189.

6. Medina ML. Frequency and infestation levels of the mite *Varroa jacobsoni* Oud. in managed honey bee (*Apis mellifera* L.) colonies in Yucatan, México. *Am Bee J* 1998; 38(2):125-127.
7. Medina ML, Vicario ME. The presence of *Varroa destructor* mite and *Ascospaera apis* fungi in collapsing and normal honey bee (*Apis mellifera* L.) colonies in Yucatán, México. *Am Bee J* 1999;139(10):794-796.
8. Fries I. *Nosema apis*, a parasite in the honey bee colony. *Bee World* 1993; 74(1):5-19.
9. Fries I. Protozoa In: Morse R, Flottum K editors Honey bee pests, predators, & diseases. Third ed. The A.I. Root Co Medina; 1997:57-76.
10. Wilson W, Nunamaker R. The incidence of *Nosema apis* Z. in honey bees in Mexico. *Bee World* 1983;64(3):132-136.
11. Orantes F, Garcia A. Nosema disease en the honey bee (*Apis mellifera* L.) infested with varroa mites in southern Spain. *Apidologie* 1997;28:105-112.
12. Hinojosa A. González D. Prevalencia de parásitos en *Apis mellifera* L. en colmenares del secano costero e interior de la VI Región, Chile. *Parasitol. Latinoam* 2004;59:137-141.
13. Fries I, Camazine S. Implications of horizontal and vertical pathogen transmission for honey bee epidemiology. *Apidologie* 2001;32:1-16.
14. Wilde J, Fuchs S, Bratkowski J, Siuda M. Distribution of *Varroa destructor* between swarms and colonies. *J Apic Res* 2005;44(4):190-194.
15. Echazarreta CM, Quezada-Euán JGG, Medina ML, Pasteur K L. Beekeeping in the Yucatan peninsula: development and current status. *Bee World* 1997;78:115-127.
16. Higes M, Martyn R, Meana A. *Nosema ceranae*, a new microsporidian parasite in honeybees in Europe. *J Invertebr. Pathol* 2006;(2):93-95.
17. De Jong D, De Roma A, Goncalves, LS. A comparative analysis of shaking solutions for the detection of *Varroa jacobsoni* on adult honey bees. *Apidologie* 1982;13(3):297-306.
18. Cantwell, GE. Standard methods for counting nosema spores. *Am Bee J* 1970;10(6):222-223.
19. OIRSA-BID. Enfermedades y plagas de la abeja melífera occidental. Salvador. 1990.
20. Snedecor GW, Cochran WG. Métodos estadísticos. México: CECSA; 1984.
21. Goncalves S, De Jong D, Nogueira R. Infestation of feral honey bee colonies in Brasil by *Varroa jacobsoni*. *Am Bee J* 1982;122(4):249-251.
22. Royce L, Rossignol P, Burgett D, Stringer B. Reduction of tracheal mite parasitism of honey bees by swarming. *Phil. Trans R Soc Lond* 1991;331:123-129.
23. Le Conte Y. Honey bees surviving *Varroa destructor* infestations in France, In: Experts' Meeting on Apiculture Varroa Control. Brussels, 2003. European Commission Brussels. 2004:82-84.
24. Martin S, Medina M L. Africanized honeybees have unique tolerance to *Varroa* mites. *Trends Parasitol* 2004;20(3):112-114.
25. Rodríguez-Dehaibes S, Otero-Colina G, Pardo V, Villanueva J. Resistence to amitraz and flumethrin in *Varroa destructor* populations from Veracruz, Mexico. *J Apicult Res* 2005;44(3):2005.
26. Rodríguez-Dehaibes S, Otero-Colina G, Villanueva J, Martínez P, Chavéz, C, Lagunas R. Resistencia de *Varroa destructor* a los plaguicidas usados para su control en las regiones Golfo y Centro-altiplano, México. En: Congreso Internacional de Actualización Apícola del 16 al 18 de mayo de 2007. Boca del Río, Veracruz, México. 2007:40-44.
27. Bailey, L. Patología de las abejas. España: Acribia; 1981.
28. May-Itzá W de J. Prevalencia de *Nosema apis* Z. y *Acarapis woodi* R. en colonias silvestres de abejas africanizadas y europeas (*Apis mellifera* L.) en el estado de Yucatán [tesis licenciatura]. México: Universidad Autónoma de Yucatán; 1995.
29. Quezada-Euán JJ, May-Itza W. Características morfológicas, poblacionales y parasitosis de colonias silvestres de *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae) en Yucatán, México. *Folia Entomol. Mex* 1996;97:1-19.
30. Orantes F, González, A. La nosemosis en el sur de España. *Vida Apícola* 1998;91:8-53.
31. García MM, Quezada-Euán JJ. Distribución de la Nosemosis en apiarios comerciales del estado de Yucatán. *Apicultura Moderna* 1993;5:22-24.
32. Carrillo O. Prevalencia y distribución de *Acarapis woodi* (Rennie) y *Nosema apis* (Zander) en 15 sitios del estado de Yucatán en el año de 1992. Niveles de infestación y susceptibilidad en los ecotipos Africanizados y Europeas de *Apis mellifera* L. [tesis licenciatura]. México: Universidad Autónoma de Yucatán. 1996.
33. Huang WF, Jiang JH, Chen YW, Wang CH. Complete rRNA sequence of the *Nosema ceranae* from honeybee (*Apis mellifera*). 2005: <https://gra103.aca.ntu.edu.tw/gdoc/F90632004a.pdf>. Accessed Nov 25, 2005.
34. Klee J, Besana A, Genersch E, Gisder S, Nanetti A, Quyet D, Xuan S, et al. Widespread dispersal of the microsporidian *Nosema ceranae*, an emergent pathogen of the western honey bee, *Apis mellifera*. *J Invert Pathol* 2007 [in press].
35. Fries I, Martín R, Meana A, García-Palencia P, Higes M. Natural infections of *Nosema ceranae* in European honey bees. *J Apicult Res* 2006;45(3):230-233.
36. Echazarreta CM, García MA. Prevalencia de la acariosis traqueal en las abejas (*Apis mellifera* L. Hymenoptera: Apidae). Congreso Nacional de Entomología. S.L.P. México. 1992:190-191.
37. Wilson W, Nunamaker R. The infestation of honey in Mexico with *Acarapis woodi*. *Am Bee J* 1982;122(7):503-505.
38. Guzmán-Novoa E, Zozaya Rubio A. The effects of chemotherapy on level of infestation and production of honey bees with acariosis. *Am Bee J* 1984;124(9):669-672.
39. Wilson W, Nunamaker R. Futher distribution of *Acarapis woodi* in Mexico. *Am Bee J* 1985;125(2):109-111.
40. Lagunas R, Vázquez M. Detección de acariosis traqueal por *Acarapis woodi* (Acarida) en enjambres de "abejas africanizadas" *Apis mellifera scutellata* y "abejas europeas" *Apis mellifera ligustica* en las cercanías de Nautla, Veracruz [resumen]. Congreso Nacional de Entomología. Universidad Autónoma de San Luis Potosí. 1992:192.
41. Vivas RJ, Cobá NJ. Análisis retrospectivo de la acariosis en el estado de Quintana Roo [resumen]. Reunión Nacional de Investigación Pecuaria. México. 1990:119-120.
42. Harbo J. Effects of the hive color and heat on tracheal mites. *Am Bee J* 1994;(134):741-742.

43. Wilson W, Pettis J, Herdrson C, Morse R. Traqueal mites In: Morse R. Flottum K. Honey bee pests, predators, & diseases. Third ed. Ohio,USA: The A.I. Root Co Medina; 1997:253-277.
44. De Guzmán LI, Rinderer T, Delatte G, Stelzer A, Beaman L, Kuznetsov V. Resistance to *Acarapis woodi* by honey bees from far-eastern Russia. *Apidologie* 2002;33:411-415.
45. Rodríguez SR, Moro JM, Otero GC. Varooa found in Mexico. *Am Bee J* 1996;132(11):728-729.