



Frecuencia de *Varroa destructor*, *Nosema spp* y *Acarapis woodi* en colonias comerciales de abejas (*Apis mellifera*) en Yucatán, México

Frequency of *Varroa destructor*, *Nosema spp* and *Acarapis woodi* in commercial colonies of bees (*Apis mellifera*) in Yucatan, Mexico

Martínez-Puc Jesús Froylán^{1*}, Medina-Medina Luis A², Leal-Hernández Marisela³, Merlo-Maydana Flavio Eudaldo⁴

Datos del Artículo

¹Instituto Tecnológico de Chiná, Calle 11 S/N x 22 y 28, Chiná, San Francisco de Campeche, Campeche. México. CP. 24520.

²Departamento de Apicultura, Campus de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad Autónoma de Yucatán, Apdo. Postal 4-116, Mérida, Yucatán, México, 97100

³Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Microbiología Animal. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). Km 15.5, Carretera México-Toluca Col. Palo Alto, Cuajimalpa D.F. C.P. 05110, México.

⁴Área de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y Recursos Naturales, de la Universidad Pública de El Alto, Kallutaka Km 35 Carretera La Paz-Desaguadero. La Paz, Bolivia

*Dirección de contacto:

Instituto Tecnológico de Chiná, Calle 11 S/N x 22 y 28, Chiná, San Francisco de Campeche, Campeche. México. CP. 24520.

Martínez-Puc Jesús Froylán.

E-mail address :
froytovarroo@hotmail.com

Palabras clave:

Frecuencia,
Apis mellifera,
Varroa destructor,
Nosema spp,
Acarapis woodi,
Yucatán.

J Selva Andina Anim Sci.
2015; 2(1):2-12.

Historial del artículo

Recibido mayo, 2015.
Devuelto julio 2015
Aceptado octubre, 2015.
Disponible en línea, octubre 2015.

Resumen

En la actualidad se ha observado que las enfermedades que afectan a las abejas (*Apis mellifera*), han provocado importantes pérdidas económicas en el Continente Europeo y en parte de los Estados Unidos, debido a una elevada mortalidad en las colonias de abejas melíferas sin una causa aparente, lo cual es conocido como el Síndrome del Desplazamiento de las Colmenas. Es importante mencionar que dicha mortalidad aún no se presenta en Yucatán. Con la finalidad de determinar la frecuencia y niveles de infestación de *Varroa destructor* y *Acarapis woodi*, así como la frecuencia y los niveles de infección de *Nosema spp.*, en colonias comerciales de abejas (*A. mellifera*) en Yucatán, se colectó de junio a diciembre de 2006, un total de 165 muestras distribuidas en 13 localidades de Yucatán. La frecuencia de *V. destructor* fue de 63.6 %, con un promedio de nivel de infestación de 2.85 ± 0.79 (ácaros/100 abejas). La frecuencia de *Nosema spp.*, fue de 81.8 %, con un promedio de nivel de infección de $\bar{x} = 1'234000 \pm 118000$ (esporas/abeja), no se detectó la presencia de *A. woodi* en las muestras analizadas. Se observó la existencia de una asociación entre *V. destructor* y *Nosema spp.* ($X^2=6.53$, $gl=1$, $p=0.01$).

© 2015. Journal of the Selva Andina Animal Science. Bolivia. Todos los derechos reservados.

Abstract

Today it has been observed that diseases affecting bees (*Apis mellifera*) have caused significant economic losses in the European continent and in parts of the United States due to high mortality in honey bee colonies without a cause apparent, which is known as the syndrome of depopulation of hives. It is noteworthy that this mortality is not yet presented in Yucatan. In order to determine the frequency and levels of infestation *Acarapis woodi* and *Varroa destructor*, and the frequency and levels of infection *Nosema spp.* commercial colonies of bees (*A. mellifera*) in Yucatan, was collected from June to December 2006, a total of 165 samples distributed in 13 towns of Yucatan. *V. destructor* frequency was 63.6%, with an average level of

*Editado por:
Selva Andina Re-
search Society*

Key words:

Ofen,
Apis mellifera,
Varroa destructor,
Nosema spp.,
Acarapis woodi,
Yucatán.

infestation of 2.85 ± 0.79 (mites / 100 bees). The frequency of *Nosema* spp. was 81.8%, with an average infection level = $1'234000 \pm 118000$ (spores / bee), the presence of *A. woodi* in the samples analyzed was detected. The existence of an association between *V. destructor* and *Nosema* spp was observed. ($X^2 = 6.53$, $df = 1$, $p = 0.01$).

© 2015. Journal of the Selva Andina Animal Science. Bolivia. All rights reserved.

Introducción

Las enfermedades que afectan a las abejas melíferas causan importantes pérdidas económicas a la actividad apícola a nivel mundial. Sin embargo, en la actualidad se han observado pérdidas considerables en el número de colonias de abejas melíferas en el Continente Europeo (Klee *et al.* 2007, Higes *et al.* 2006a), y en los Estados Unidos (VanEngelsdorp *et al.* 2011), sin una causa aparente.

No obstante, en Yucatán, una de las regiones más importantes en producción de miel, no se han registrado pérdidas relacionadas con la desaparición de colonias, tampoco existe un diagnóstico sanitario, por tal razón resulta importante conocer el estado sanitario de dichas colonias. Una de las principales parasitosis registrada en México es la varroosis causada por el ácaro *Varroa destructor* (Anderson & Trueman 2000), considerada como el principal problema sanitario al que se enfrenta la apicultura (De Jong 1997), *V. destructor* se reportó en México en 1992 (Chihú *et al.* 1992), y en Yucatán en 1994 (Echazarreta *et al.* 1997).

Entre los principales daños causados por *V. destructor* destacan: la reducción en el periodo de vida de la abeja infestada (De Jong 1997, Ritter 2001), la reducción en la producción de miel (Arechavaleta & Guzmán-Novoa 2000), además de presentarse diversas enfermedades que son transmitidas o asocia-

das a *V. destructor* (Martin 2001, Medina & Vicario 1999, De Jong 1997, Markovick *et al.* 1995), llegando hasta la pérdida total de la colonia (De Jong 1997).

Entre las principales enfermedades asociadas a *V. destructor* se encuentra la nosemosis (Hinojosa & González 2004, Markovick *et al.* 1995), causada por el hongo *Nosema apis* (Zander) (Ritter 2001, Fries 1993, 1997), y *Nosema ceranae*. El hongo *N. apis* se reportó en México, y estudios realizados en 1980 reportaron una frecuencia de 3.8 % (Wilson & Nunamaker 1983).

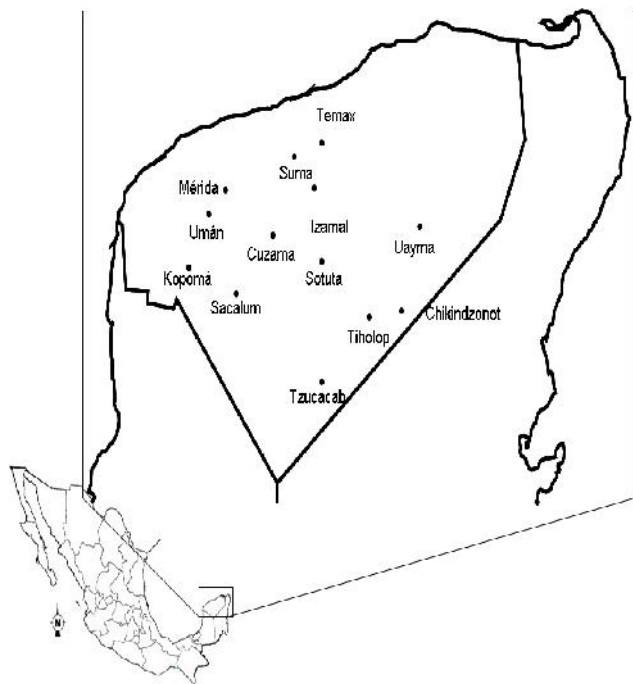
Otra enfermedad registrada en Yucatán y considerada de importancia es la acariosis causada por el ácaro externo *Acarapis woodi* (Ritter 2001, Bailey 1981, Ordex & Espina 1966). El objetivo del presente trabajo fue determinar la frecuencia y niveles de infestación de *V. destructor* y *A. woodi* (Renie), así como la frecuencia y los niveles de infección de *Nosema* spp., en colonias comerciales de abejas *Apis mellifera* en Yucatán.

Materiales y métodos

El presente trabajo se realizó en el Laboratorio de Varroa del Departamento de Apicultura del 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 diciembre de 2006 se colectaron 165 muestras de abejas adultas, provenientes de colonias comerciales distribuidas en 13 localidades del estado de Yucatán (**Figura 1**).

Figura 1 Distribución de los sitios de muestreo de las colonias comerciales en Yucatán.



Cada muestra consistió entre 200 a 300 abejas adultas colectadas en un frasco tipo Pet, con capacidad de 250 mL, conteniendo 70 mL de alcohol etílico al 70 % para su conservación. El diagnóstico del ácaro *V. destructor* se realizó mediante la técnica de agitación, la cual consiste en agitar las muestras durante 15 minutos a 180 rpm (De Jong *et al.* 1982), 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 *Nosema spp.* se determinó mediante la técnica del macerado, la cual consiste en macerar

el abdomen de 25 abejas adultas por cada muestra en un mortero, añadiendo 25 mL de agua destilada al macerado, y utilizando nigrosina para teñir las esporas, la muestra fue analizada en un microscopio óptico compuesto a 40X con la ayuda de una cámara de Neubauer (Cantwell 1970). La intensidad de la infección se determinó de acuerdo a los parámetros propuestos por Jaycox (BID-OIRSA 1990).

Para determinar la presencia de *A. woodi*, se utilizaron 20 abejas adultas de cada muestra, las cuales fueron disecadas exponiendo el primer par de tráqueas para poder observar la presencia de *A. woodi*, y fueron analizadas bajo un microscopio estereoscópico. Para determinar si existe una asociación entre *V. destructor* y *Nosema spp.* se aplicó una prueba de Chi Cuadrada (Snedecor & Cochran 1984).

Resultados

Frecuencia y niveles de infestación de V. destructor

La frecuencia de *V. destructor* fue de 63.6 %, con un promedio del nivel de infestación de 2.85 ± 0.79 ácaros/100 abejas (Tabla 1).

Frecuencia y niveles de infección de Nosema spp.

El hongo *Nosema spp.* presentó una frecuencia de 81.8 %, con un promedio del nivel de infección de $1'234000 \pm 118000$ esporas por abeja (Tabla 2 y 3).

La intensidad de los niveles de infección obtenida entre el rango de 10000 y $1'000000$ de esporas por abeja fue de 482000 ± 32000 esporas/abeja, entre $1'000000$ y $5'000000$ fue de $1'917000 \pm 123000$ esporas/abeja, y entre $5'000000$ y $10'000000$ fue de $6'068000 \pm 372000$ esporas/abeja (**Figura 2**).

Tabla 1 Frecuencia (%) de *V. destructor* en colonias comerciales

Localidad	Colonias muestreadas	Colonias positivas	Colonias negativas	Frecuencia (%)	$\bar{x} \pm E.E.$ (%)
Mérida	17	10	7	58.82	1.51 \pm 0.35
Umán	10	7	3	70.00	1.96 \pm 0.37
Cuzamá	10	7	3	70.00	1.74 \pm 0.53
Sotuta	9	9	0	100.00	4.23 \pm 1.10
Tiholop	29	20	9	68.97	2.52 \pm 0.38
Kopomá	10	10	0	100.00	6.35 \pm 2.17
Tzucacab	11	6	5	54.55	6.82 \pm 2.63
Uayma	15	13	2	86.67	3.55 \pm 0.67
Chikindzonot	5	3	2	60.00	1.68 \pm 0.38
Temax	14	6	8	42.86	1.49 \pm 0.49
Suma	10	4	6	40.00	1.27 \pm 0.32
Sacalum	13	7	6	53.85	1.76 \pm 0.61
Izamal	12	3	9	25.00	2.17 \pm 0.37
Total	165	105	60	63.64	2.85 \pm 0.79

Tabla 2 Frecuencia (%) de *Nosema* spp. en colonias comerciales

Localidad	Colonias muestreadas	Colonias positivas	Colonias negativas	Frecuencia (%)
Mérida	17	13	4	76.47
Umán	10	7	3	70.00
Cuzamá	10	9	1	90.00
Sotuta	9	7	2	77.78
Tiholop	29	23	6	79.31
Kopomá	10	8	2	80.00
Tzucacab	11	11	0	100.00
Uayma	15	13	2	86.67
Chikindzonot	5	3	2	60.00
Temax	14	12	2	85.71
Suma	10	6	4	60.00
Sacalum	13	13	0	100.00
Izamal	12	10	2	83.33
Total	165	135	30	81.82

Tabla 3 Promedio de esporas de *Nosema spp.*, en colonias comerciales

Localidad	\bar{X} (10^3) \pm E.E.	(10^3) Mínimo	(10^3) Máximo
Mérida	1'049000 \pm 174000	400000	2'375000
Umán	2'282000 \pm 460000	750000	3'912000
Cuzamá	1'062000 \pm 203000	525000	2'175000
Sotuta	689000 \pm 102000	450000	1'000000
Tiholop	671000 \pm 55000	387000	1'475000
Kopomá	612000 \pm 193000	87000	1'350000
Tzucacab	392000 \pm 137000	62000	1'362000
Uayma	2'173000 \pm 276000	1'337000	4'600000
Chikindzonot	975000 \pm 336000	325000	1'450000
Temax	4'114000 \pm 628000	1'487000	7'725000
Suma	1'054000 \pm 152000	750000	1'750000
Sacalum	722000 \pm 246000	12000	3'343000
Izamal	180000 \pm 90000	12000	937000
Total	1'234000 \pm 118000	12000	7'725000

Figura 2 Intensidad de la infección de *Nosema spp.*, en colonias comerciales

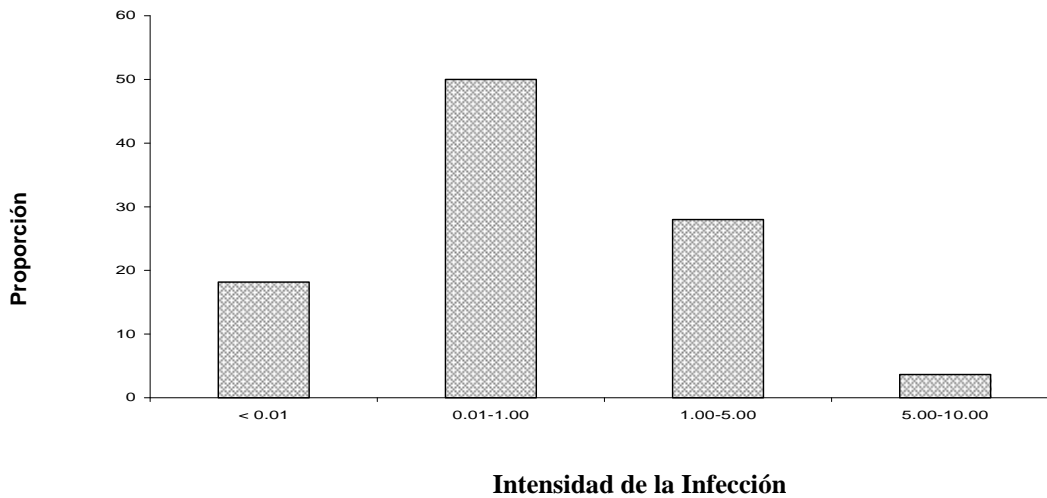
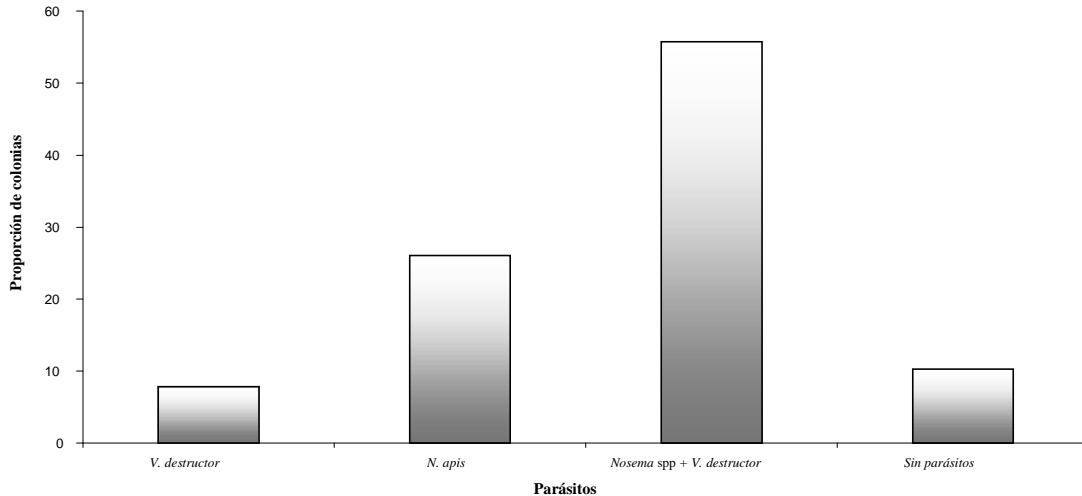


Figura 3 Proporción de colonias comerciales con infestaciones simples y mixtas

Discusión

Frecuencia y niveles de infestación de V. destructor.

La frecuencia de *V. destructor* obtenida en el presente estudio fue de 63.6 %, similar a los estudios previos realizados en Yucatán en muestras colectadas de colonias comerciales durante 1996 que fue de 67.8 % (Medina 1998).

El ácaro *V. destructor* se reportó por primera vez en Yucatán en septiembre de 1994 (Echazarreta *et al.* 1997), para 1995 la frecuencia de *V. destructor* era de 19.0 %, observándose una rápida dispersión del ácaro, así como una mortalidad del 30 al 70 % de las colonias infestadas, atribuida en su mayor parte al ácaro *V. destructor* (Medina 1998).

A pesar que se observó que la frecuencia de *V. destructor* en las colonias comerciales se ha mantenido constante, se observó una reducción en el promedio del nivel de infestación de *V. destructor* debido a que el nivel de infestación obtenido en el presente estudio fue de 2.8 ácaros por cada 100 abejas adul-

tas, lo cual difiere de los estudios previos realizados en Yucatán en 1996, donde el promedio de ácaros reportado fue de 4.3 ácaros por cada 100 abejas adultas (Medina 1998), existen trabajos realizados en Yucatán donde se ha reportado un promedio del nivel de infestación de 3.5 ± 1.30 ácaros/100 abejas, (Medina *et al.* 2002).

En base a estos resultados se puede observar que los niveles de infestación de *V. destructor* en Yucatán, se han reducido desde 1996 siendo de 4.8 ácaros/100 abejas adultas (Medina 1998), hasta 2.85 ácaros/100 abejas adultas. En la actualidad existen diversas sustancias químicas (flumetrina y fluvalinato) autorizados en México para el control de *V. destructor*, así como métodos alternativos (ácido fórmico y timol) utilizados para su control, estos últimos han demostrado su eficacia y son utilizados por muchos apicultores en Yucatán (Vicario 2000), que posiblemente haya contribuido a los bajos niveles de infestación.

Por otro lado en Yucatán se cuenta con la presencia de la abeja africanizada (híbrido de *Apis mellifera scutellata*) desde 1987 (Echazarreta *et al.* 1997, Rutlner 1986), que presenta diversos mecanismos en contra del crecimiento poblacional del ácaro (Medina 2000, De Jong 1997). En algunos países se ha observado que las abejas han expresado mejor su potencial genético en contra del crecimiento poblacional de *V. destructor* debido al prolongado tiempo en que han estado en contacto con dicho parásito, sugiriendo un equilibrio entre el parásito y el huésped (Le Conte 2004).

Frecuencia y niveles de infección de Nosema spp. En el presente estudio se observó una elevada frecuencia de *Nosema spp.* (81.8 %), que difiere de estudios previos realizados en Yucatán. El primer reporte es atribuido a *N. apis* en México se realizó en 1965, y para 1980 la frecuencia en el país era de un 3.8 %, concluyendo que *N. apis* no podía ser considerado un problema para la apicultura en México (Wilson & Nunamaker 1983). Sin embargo, estudios realizados en 1990 revelaron una frecuencia de 7.2 % (García & Quezada-Euan 1993), cifra que se elevó a 14.8 % en 1992 (Carrillo 1996).

De esta manera, se puede observar que la frecuencia de *Nosema spp.*, aumentó considerablemente en los últimos años, lo que podría ser un llamado de alerta para tomar las medidas necesarias para su control.

La elevada frecuencia de *Nosema spp* en Yucatán tiene un comportamiento similar al descrito en España antes de confirmar que *N. ceranae* se encontraba parasitando a la especie *A. mellifera*, ya que se registró un aumento considerable en la frecuencia de *Nosema spp* en las colonias sin saber que era *N. ceranae* la que se encontraba infestando dichas colonias (Higues *et al.* 2006b). Así mismo, actualmente se ha observado la pérdida de colonias en el continente Europeo sin una causa aparente, mejor conocido como el Síndrome del Despoblamiento de las

Colonias, y se ha sugerido que muy probablemente dicho despoblamiento se deba a la asociación entre *V. destructor* y posiblemente *N. ceranae* (Higues *et al.* 2006b), desafortunadamente en el presente estudio no se pudo confirmar la especie de nosema correspondiente a las muestras positivas, ya que morfológicamente es muy similar a *N. apis* (Fries *et al.* 2006), que nos referimos a *Nosema spp.* Sin embargo, en un muestreo realizado durante el 2004 en algunos estados de México, donde no se incluyó a Yucatán se confirmó la presencia de *N. ceranae* (Guzmán-Novoa *et al.* 2011).

Existen diversos factores de riesgo que contribuyen al desarrollo de *Nosema spp* como lo es precipitación pluvial (Bailey 1981). En Yucatán la enfermedad se presenta después de los primeros fríos o nortes, entre septiembre y diciembre, correspondiente a la época de lluvias en el estado (Echazarreta *et al.* 1997). También se ha observado que el ácaro *V. destructor*, provoca el debilitamiento de las abejas infestadas, debido a que el mecanismo de alimentación ocasiona que *Nosema spp* se multiplique con una mayor facilidad (Orantes & González 1998), incluso existen algunos autores que afirman que existe una correlación positiva entre *V. destructor* y *Nosema spp.* (Markovick 1995).

En la actualidad, en Yucatán, aun no existen reportes relacionados con el despoblamiento de las colonias, que posiblemente se deba a la presencia de la abeja africanizada la que presenta diversos mecanismos de resistencia a las enfermedades (Martin & Medina 2004). A pesar que se observó un aumento en la frecuencia de *Nosema spp.*, el promedio del nivel de infección obtenido en el presente estudio, se encontró en el rango de 1.00 y 5.00 x 10⁶ esporas/abeja, correspondiente a la intensidad de infección ligera (BID-OIRSA 1990), similar a lo reportado por otros autores en Yucatán (Carrillo 1996, García & Quezada-Euan 1993).

Proporción de colonias comerciales con infestaciones simples y mixtas. En el presente estudio se observó que existe una asociación entre ambos parásitos (Markovic *et al.* 1995), que sugiere una relación entre *V. destructor* y *N. apis*. Sin embargo, a pesar que se ha demostrado que *V. destructor* y *Nosema* spp. se desarrollan de manera independiente, se ha observado un incremento en el número de esporas de *Nosema* spp. al incrementarse los niveles de infestación de *V. destructor* (Orantes & García 1997).

V. destructor se alimenta de la hemolinfa de la abeja infestada, ocasionando el debilitamiento debido a una reducción de la hemolinfa, la cual es consumida por el ácaro, lo que ocasiona a *Nosema* spp se reproduzca con una mayor intensidad (Orantes & González 1998). En la actualidad, fueron observadas colonias parasitadas por *V. destructor* y *Nosema* spp que provocaron un aumento en la mortalidad de las colonias infestadas a pesar del número de esporas de *Nosema* spp sea menor en comparación con la infección única de *N. apis* (Hinojosa & González 2004), ya que la herida practicada por el ácaro facilita la entrada de otros microorganismos al cuerpo de la abeja, ocasionando una rápida mortalidad (De Rycke *et al.* 2002, Martin 2001, Ritter 2001, Medina & Vicario 1999, De Jong 1997).

Frecuencia y niveles de infestación de A. woodi En el presente trabajo no se detectó presencia de *A. woodi*, por lo tanto, este parásito no puede ser considerado un problema sanitario para la apicultura en Yucatán. A pesar de ello, existen algunos reportes que confirman su presencia pero con una baja frecuencia de 3.11 % en 1992 (Carrillo 1996).

El primer reporte de *A. woodi* en México se realizó en 1980 (Wilson & Nunamaker 1982). La baja frecuencia de *A. woodi* en Yucatán puede deberse a diversos factores que intervienen en el ciclo biológico del parásito y, se han reportado diferencias

entre distintas líneas de abejas (Ritter 2001), lo anterior pudo influir en los estudios realizados en Yucatán, ya que se cuenta con la presencia de la abeja africanizada desde 1987 (Echazarreta *et al.* 1997).

Se observó que los daños provocados por *A. woodi* se presentan de una manera heterogénea, ya que existen poblaciones de abejas donde no se observan daños debido a este parásito, siendo posible que por medio de una selección natural las abejas puedan desarrollar resistencia (Ritter 2001), o bien por medio de la selección artificial desarrollado líneas resistentes (Wilson *et al.* 1997), las que presentan un alto comportamiento de acicalamiento y bajos niveles de infestación (De Guzmán *et al.* 2002).

Existen diversos factores que posiblemente contribuyen a reducir la presencia de dicho parásito o incluso eliminarlo, estudios previos realizados para determinar su frecuencia, se realizaron antes de la llegada del ácaro *V. destructor* a Yucatán ocurrido en 1994 (Echazarreta *et al.* 1997), que inducido a los apicultores y la aplicación de diversos métodos para el control de *V. destructor*, entre los que se destacan el ácido fórmico (BID-OIRSA 1990, Ritter, 2001), y el mentol (BID-OIRSA 1990), que también presentan un efecto sobre *A. woodi*.

Conflicto de interés

El presente trabajo no genera conflictos de interés.

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 en la colecta de muestras procedentes de colonias manejadas.

Literatura citada

- Anderson DL, Trueman J. *Varroa jacobsoni* (Acari:Varroidae) is more than one species. *Exp App Acarol.* 2000, 24(3): 165-189.
- 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.
- Bailey L. Patología de las abejas. Acribia. España. 1981; 139 pp.
- BID-OIRSA. Enfermedades y plagas de la abeja melífera occidental. Salvador. 1990; 147 pp.
- Cantwell GE. Standard methods for counting nosema spores. *Am Bee J.* 1970; 110(6): 222-223.
- 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. 1996. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma de Yucatán.
- Chihú AD, Rojas AL, Rodríguez DS. Primer reporte en México del ácaro *Varroa jacobsoni*, causante de la varroosis de la abeja melífera *Apis mellifera* L. En: Memorias del VI Seminario Americano de Apicultura. Oaxtepec, Morelos, México. 1992. 9-11 pp.
- De Guzman 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.
- De Jong D. Mites: Varroa and other parasites of brood. In *Honey Bees Pest, Predator and Diseases*, 2a Ed. A. Morse and R. Nowogrodzki. Ithaca, N.Y. 1997, 200-218.
- De Jong D Roma A, Goncalves LS. A comparative analysis of shaking solutions for the detection of *Varroa jacobsoni* on adult honeybees. *Apidologie.* 1982; 13(3): 297-306.
- De Rycke P, Joubert J, Hosein H, Jacobs F. The possible role of *Varroa destructor* in the spreading of American foulbrood among apiaries. *Exp Appl Acarol.* 2002; 27: 313-318.
- Echazarreta-González CM, Quezada-Euán JJG, Medina ML, Pasteur KL. Beekeeping in the Yucatan peninsula: development and current status. *Bee World.* 1997; 78: 115.127.
- Fries I. *Nosema apis*, a parasite in the honey bee colony. *Bee World* 1993; 74(1):5-19.
- Fries I. Protozoa In: R. Morse; K. Flottum. *Honey Bee Pests, Predators, & Diseases.* Third Edition. 1997; 57-76.
- Fries I, Martin 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.
- García MM, Quezada-Euán JJG. Distribución de la Nosemosis en apiarios comerciales del

- estado de Yucatán. *Apicultura Moderna*. 1993; 5: 22-24.
- Guzmán-Novoa E, Hamiduzzaman M, Arechavaleta-Velasco M, Koleoglu G, Valizadeh P, Correa-Benítez, A (2011) *Nosema ceranae* has parasitized africanized honey bees since at least 2004. *J Apicul Res* 50(2): 167-169.
- Higes M, Martin R, Meana A. *Nosema ceranae*, a new microsporidian parasite in honeybees in Europe. *J Invertebr Pathol*. 2006a; 92: 93-95.
- Higes M, Martin R, Garrido-Bailon ME, Bernal JL, Nozal MJ, Mayo R, *et al.* *Nosema ceranae* en España y su relación con el despo-
blamiento de las colmenas. *El Colmenar*. 2006b; 85: 44-51.
- Hinojosa A, González D. Prevalencia de parási-
tos en *Apis mellifera* L. en colmenares del
secano costero e interior de la VI Región,
Chile. *Parasitol Latinoam*. 2004; 59: 137-
141.
- Klee J, Besana A, Genersch E, Gisder S, Nanetti A, Quyet D, *et al.* Widespread dispersal of the microsporidian *Nosema ceranae*, an emergent pathogen of the western honey bee, *Apis mellifera*. *J Invertebr Pathol*. 2007; 96: 1-10.
- Le Conte Y. Honey bees surviving *Varroa destructor* infestations in France, In: Experts' Meeting on Apiculture Varroa Control. Brussels, 24 of October 2004. European Commission Brussels.82-84.
- Martin S. The role of Varroa and viral pathogens in the collapse of honeybee colonies: a modelling approach. *J Appl Ecol*. 2001; 38: 1082-1093.
- Martin S, Medina ML. Africanized honeybees have unique tolerance to Varroa mites. *Trends in parasitol* 2004; 20 (3): 112-114.
- Markovic J, Matesen Z, Sulimanovic D. 50 years of dealing the nosema disease (research, diagnosis and treatment). The XXXIV th International Apicultural Congress of Apimondia, Lausanne. Switzerland. 1995. 510 pp.
- Medina ML. Reproducción del ácaro parásito *V. jacobsoni* y factores de tolerancia hacia este parásito en abejas africanizadas (*Apis mellifera*) en Yucatán, México. *Anais do IV Encontro sobre Abelhas, Ribeirao Preto-S.P. Brasil*. 2000; 164-171.
- 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; 138(2): 125-127.
- Medina ML, Vicario E. The presense of *Varroa destructor* mite and *Ascospheara apis* fungi in collapsin and normal honey bee (*Apis mellifera* L.) colonies in Yucatán, México. *Am Bee J* 1999; 139(10): 794-796.
- Medina ML, Martin S, Espinosa L, Ratnieks F. Reproduction of *Varroa destructor* in worker brood of africanized honey bees (*Apis mellifera*). *Exp Appl Acarol*. 2002; 27: 79-88.
- Orantes F, González A. La nosemosis en el sur de España. *Vida Apícola* 1998; 91: 48-53.
- Orantes F, Garcia P. Nosema disease in the honey bee (*Apis mellifera* L.) infested with varroa mites in souther Spain. *Apidologie* 1997; 28, 105-112.

- Ordetx G, Espina P. La apicultura en los trópicos. Bartolomé Trucco, Editor. México, D.F. 1996. 412 pp.
- Ritter W. Enfermedades de las abejas. Acribia, S.A. España. 2001. 146 pp.
- Snedecor GW, Cochran WG. Métodos estadísticos. CECOSA. México. 1984; 703 pp.
- Vanengelsdorp D, Hayes Jr J, Underwood R, Caron D, Pettis J. A survey of managed honey bee colony losses in the USA, fall 2009 to winter 2010. J Apicult Res. 2011; 50 (1):1-10.
- Vicario E. Evaluación de la eficacia del timol y ácido fórmico en el control del ácaro *Varroa jacobsoni* en colonias de abejas *Apis mellifera* en Yucatán, México. Tesis de Maestría. F.M.V.Z. Universidad Autónoma de Yucatán. 2000.
- Wilson W, Nunamaker R. The incidence of *Nosema apis* Z. in honey bees in Mexico. Bee World 1983; 64(3):132-136.
- Wilson W, Nunamaker R. The infestation of honey in Mexico with *Acarapis woodi*. Am Bee J. 1982; 122(7):503-505.
- Wilson W, Pettis J, Herderson C, Morse R. Traqueal mites In: R. Morse; K. Flottum. Honey Bee Pests, Predators, & Diseases. Third Edition. 1997. 253-277 pp.
- Rutlner F. Geographical variability and classification. In T. E. Rinderer, ed. Bee Genetics and Breeding. Academic Press, Orlando, Florida. 1986; 23-56 pp.
-