

Evaluación de la resistencia del ácaro *Varroa destructor* al fluvalinato en colonias de abejas (*Apis mellifera*) en Yucatán, México

Evaluation of the resistance of the mite *Varroa destructor* to the fluvalinate in colonies of honey bees (*Apis mellifera*) in Yucatan, Mexico

Jesús Froylán Martínez Puc^a, Luis A. Medina Medina^b

RESUMEN

La constante aplicación de piretroides para el control del ácaro *Varroa destructor* ha ocasionado la aparición de poblaciones de ácaros resistentes a este producto en diversas partes del mundo. Con la finalidad de detectar la posible existencia de poblaciones de ácaros resistentes al fluvalinato en el estado de Yucatán, uno de los principales estados productores de miel en México, se colectó un total de 12 muestras por cada apiario, seleccionando cuatro apiarios donde se ha utilizado de manera constante el fluvalinato para el control de *V. destructor* por un periodo de cinco años, y una cantidad de muestras similar provenientes de apiarios donde se han utilizado métodos de control alternativo durante un tiempo similar. Para determinar el porcentaje de mortalidad de los ácaros al fluvalinato, estos fueron expuestos a una pieza de 2.5 x 1.0 cm de Apistan® al 10%, por un periodo de 24 h. El porcentaje de mortalidad de varroas provenientes de apiarios tratados de manera constante con fluvalinato fue de 83.6 ± 0.51 %, inferior al porcentaje de mortalidad obtenido en los apiarios que sólo han recibido tratamiento alternativo el cual fue de 93.9 ± 1.98 %, existiendo diferencias entre ambos grupos ($t=-3.93$, $P=0.01$, $gl= 46$), lo cual indica una reducción en el porcentaje de mortalidad obtenido con el fluvalinato, sin embargo, esta reducción, aun no alcanza los niveles necesarios para reportar la presencia de ácaros resistentes, siendo importante cambiar las prácticas de manejo encaminadas a reducir los niveles de infestación de *V. destructor*, por lo que es recomendable la aplicación de métodos de control alternativo los cuales no ocasionan el desarrollo de resistencia en las poblaciones de ácaros.

PALABRAS CLAVE: *Apis mellifera*, *Varroa destructor*, Fluvalinato, Resistencia.

ABSTRACT

The constant application of pyrethroids for controlling the mite *Varroa destructor* has caused the appearance of populations of resistant mites to this product in several parts of the world. With the purpose of detecting the possible existence of populations of resistant mites to the fluvalinate in the State of Yucatan, one of the main honey producer states in Mexico, 12 samples were gathered from each apiary, selecting four apiaries where fluvalinate was used in constant way for the control of *V. destructor* during five years, and a similar quantity of samples coming from apiaries where methods of alternative control have been used during a similar time. To determine from the mites the percentage of mortality to the fluvalinate, they were exposed to a piece of 2.5 x 1.0 cm from Apistan® at 10%, during 24 h. The percentage of mortality of varroas coming from apiaries treated in a constant way with fluvalinate was of 83.6 ± 0.51 %, lower to the percentage of mortality obtained in apiaries that only received alternative treatment which was of 93.9 ± 1.98 %, existing differences between both groups ($t=-3.93$, $P=0.01$, $gl= 46$), This means a reduction in the percentage of mortality obtained with the fluvalinate. However, this reduction still does not reach the necessary levels that can define the presence of resistant mites, being important to change the practices that seem to reduce the levels of infestation of *V. destructor*. Then it is advisable the application of methods of alternative control which don't cause the resistance development in the populations of mites.

KEY WORDS: *Apis mellifera*, *Varroa destructor*, Fluvalinate, Resistance.

Recibido el 24 de abril de 2009. Aceptado el 15 de junio de 2010.

^a) INIFAP. Km. 15 Carretera Campeche-Poeyaxum. 24570, Chiná, Campeche. Campo Experimental Edzná. martinez.jesusfroylan@inifap.gob.mx. Correspondencia al primer autor.

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

En la actualidad el ácaro *V. destructor* es considerado el principal problema sanitario al que se enfrenta la apicultura a nivel mundial⁽¹⁾, *V. destructor* se reportó por primera vez en México en 1992⁽²⁾, y para 1996 todo el territorio nacional a excepción del estado de Baja California, ya se encontraba infestado⁽³⁾.

Entre los daños provocados por *V. destructor* destacan la reducción del periodo de vida de las abejas infestadas^(1,4,5), hasta la pérdida total de la colonia⁽¹⁾. A la llegada del ácaro *V. destructor* a Yucatán los apicultores reportaron una mortalidad del 30 al 70 % de las colonias infestadas, atribuido en su mayor parte a este ácaro⁽⁶⁾. Así mismo se ha observado que las colonias infestadas por *V. destructor* reducen hasta en un 65 % la producción de miel en comparación con las colonias libres de esta parasitosis⁽⁷⁾.

En Yucatán existen diversas enfermedades que hasta antes de la llegada de *V. destructor* eran consideradas de poca importancia. Sin embargo, se ha observado que las colonias infestadas con *V. destructor* son susceptibles a padecer otras enfermedades^(5,8), por tal motivo, los apicultores aplican diversos productos químicos para el control del ácaro. No obstante, la aplicación de estos productos en las colonias presenta una serie de inconvenientes que limitan su uso, debido a que se incrementa el riesgo de contaminar la miel y cera de las colonias tratadas^(5,9). En México, existen dos sustancias hechas a base de piretroides, conocidos comercialmente como Bayvarol® (flumetrina) y Apistan® (fluvalinato), los cuales han demostrado una elevada eficacia en el control del ácaro y son de fácil aplicación. Sin embargo, el uso inadecuado de dichos productos utilizando dosis menores a las recomendadas o utilizando del producto por un periodo de tiempo prolongado y de manera continua, ha ocasionado la aparición de poblaciones de ácaros resistentes a dichos ingredientes activos.

El primer reporte de ácaros resistentes a los piretroides se registró en Europa en 1992⁽¹⁰⁾, se cree que el fenómeno de la resistencia se originó en Italia extendiéndose a otros países del continente

At the present time the mite *V. destructor* is considered at world level the main sanitary problem that beekeeping faces⁽¹⁾, *V. destructor* was reported for the first time in Mexico in 1992⁽²⁾, and by 1996 the whole national territory to exception of the State of Baja California, was already infested⁽³⁾.

Among the damages caused by *V. destructor* the most important is the reduction of the life time of the infested honey bees^(1,4,5), until the total loss of the colony⁽¹⁾. Until the arrival of the mite *V. destructor* to Yucatan the beekeepers reported a mortality from 30 to 70 % on the infested colonies, attributed mainly to this mite⁽⁶⁾. Likewise it has been observed that the colonies infested by *V. destructor* reduce up to 65 % the production of honey in comparison with the colonies free of this parasitosis⁽⁷⁾.

In Yucatan exist several diseases that before the arrival of *V. destructor* they were considered of little importance. However, it has been observed that the colonies infested with *V. destructor* are susceptible to suffer other diseases^(5,8), by this reason, the beekeepers apply diverse chemical products for controlling the mites. With the application of these products in the colonies a series of inconveniences that limit their use arise, because the risk of contaminating the honey and wax of the treated colonies is increased^(5,9). In Mexico exist two substances based on pyrethroids, commercially known as Bayvarol® (flumethrine) and Apistan® (fluvalinate), which demonstrated a high effectiveness in the control of the mites and they are of easy application. However, the inadequate use of these products using smaller dose to those recommended or the use of the product for a long period and in a continuous way, it has caused the appearance of populations of resistant mites to these active ingredients.

The first report of resistant mites to the pyrethroids was recorded in Europe in 1992⁽¹⁰⁾, it is believed that the phenomenon of the resistance originated in Italy and then extending to other countries of the Europe⁽¹¹⁾, also associated with the continuous use of agricultural formulas based on pyrethroids⁽⁹⁾. In 1998, the first populations of resistant mites to

Europeo⁽¹¹⁾, asociado también con el uso continuo de fórmulas agrícolas a base de piretroides⁽⁹⁾. En 1998, se detectaron las primeras poblaciones de ácaros resistentes al fluvalinato en los Estados Unidos^(12,13), así mismo también se ha observado el fenómeno de la resistencia del ácaro a otras sustancias como al amitraz, cuya ineficacia fue reportada en Yugoslavia después de tan sólo cuatro años de haber sido utilizado⁽¹⁴⁾. En México, se han realizado diversos estudios con la finalidad de detectar poblaciones de ácaros resistentes a los acaricidas en el estado de Veracruz y en el estado de México^(15,16,17). Sin embargo, en Yucatán uno de los principales estados productores de miel, aun no se han realizado estudios para conocer si existe la presencia de poblaciones de ácaros resistentes al fluvalinato.

La resistencia consiste en la aparición de ciertos individuos en una población que son capaces de tolerar dosis tóxicas que serían mortales para la mayoría de los individuos de esa misma población. Es importante mencionar que el fenómeno de la resistencia se puede revertir⁽¹⁸⁾, siendo la detección temprana por medio de pruebas susceptibles la única manera de distinguir la presencia de ácaros resistentes⁽¹⁹⁾. El fenómeno de la resistencia a los piretroides por parte del ácaro *V. destructor* se debe principalmente a dos mecanismos: un incremento en los niveles de detoxificación por medio de la enzima monooxigenasa P-450^(14,20) y una reducción de la sensibilidad en el sitio objetivo del canal de sodio⁽²¹⁾.

El presente trabajo se realizó en el 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. El clima de la región es A_{wo} ⁽²²⁾, considerado como cálido subhúmedo con lluvias en verano, precipitación pluvial promedio anual de 984.4 mm, y temperatura media anual de 26.8 °C^(22,23).

Entre junio y julio del 2007 se colectó un total de 96 muestras de abejas vivas de la zona metropolitana del estado de Yucatán, provenientes de un total de ocho apiarios de productores cooperantes, cuatro

the fluvalinate were detected in the United States^(12,13), likewise also the phenomenon of the resistance was observed from the mites to other substances as amitraz, whose inefficacy was reported in Yugoslavia after only four years of use⁽¹⁴⁾. In Mexico, in the State of Veracruz and in the State of Mexico, diverse studies were carried out with the objective of detecting populations of resistant mites to the acaricides^(15,16,17). However, in Yucatan, one of the main honey producer states, studies still not have been carried out to know if there is presence of populations of resistant mites to the fluvalinate.

The resistance consists on the appearance of certain individuals in a population that is able to tolerate toxic dose that would be mortal for most of that same population's individuals. It is important to mention that the phenomenon of the resistance can be reverted⁽¹⁸⁾, being the early detection by susceptible tests the only form of detect the presence of resistant mites⁽¹⁹⁾. The phenomenon of the resistance to the pyrethroids by the mites *V. destructor* is mainly due to two mechanisms: an increment in the detoxication levels by means of the enzyme monooxygenase P-450^(14,20) and a reduction of the sensibility in the objective place of the sodium channel⁽²¹⁾.

The present work was carried out at the Departamento de Apicultura of the Campus de Ciencias Biológicas y Agropecuarias (CCByA), at the Universidad Autónoma de Yucatan (UADY), located at km 15.5 of Merida-Xmatkuil highway. The climate of the region is A_{wo} ⁽²²⁾, considered as warm subhumid with rains in summer, a yearly average pluvial precipitation of 984.4 mm, and yearly temperature of 26.8 °C^(22,23).

Between June and July of the 2007 a total of 96 samples of alive honey bees of the metropolitan area of the State of Yucatan were collected, coming from a total of eight apiaries of producers, four apiaries where the fluvalinate was applied in a continuous way for a minimum period of five years for the control of *V. destructor*, and four apiaries where some alternative method was applied (formic acid or thymol), for a period of similar time, taking 12 samples for each apiary.

apiarios donde se aplicó de manera continua el fluvalinato por periodo mínimo de cinco años para el control de *V. destructor*, y cuatro apiarios donde se aplicó algún método alternativo (ácido fórmico o timol), por un periodo de tiempo similar, tomándose 12 muestras por cada apiario.

Cada muestra consistió de aproximadamente 300 abejas adultas, las cuales fueron colectadas directamente de la cámara de cría, en un frasco de plástico tipo pet con una capacidad de 450 ml con una tapa hecha de malla criba metálica de 3 mm; a cada frasco se le colocó una pieza de cartulina blanca de 12 x 7.5 cm a la cual se le engrapó una pieza de 2.5 x 1.0 cm de Apistan® al 10 % (fluvalinato). Los frascos conteniendo a las abejas fueron introducidas en una incubadora a una temperatura constante de 32 °C y a 60 % de humedad por un periodo de 24 h. El número de ácaros muertos se determinó invirtiendo el frasco y agitándolo suavemente sobre una caja petri, a las 8 y a las 24 h, los ácaros que murieron por el efecto del fluvalinato pasaron a través de la malla y fueron contabilizados, al término de las 24 h se sacrificó a las abejas utilizando alcohol etílico al 70%⁽²⁴⁾.

Para determinar el número de ácaros que no murieron durante la prueba y que aún se encontraban infestando a las abejas adultas, se utilizó la técnica de agitación la cual consiste en agitar la muestra mecánicamente a 180 rpm durante 30 min⁽²⁵⁾. El porcentaje de mortalidad de ácaros se calculó con la siguiente fórmula:

$$\% \text{ de mortalidad} = \frac{\text{Número de ácaros muertos durante la prueba}}{\text{Número total de ácaros}} \times 100$$

Para determinar diferencias entre ambos grupos, los datos fueron transformados a arcoseno para posteriormente aplicar una prueba una prueba “t” de Student⁽²⁶⁾. La transformación a arcoseno se realizó para que los datos sigan una distribución normal.

El porcentaje de mortalidad obtenido en los apiarios que reciben algún tipo de tratamiento alternativo fue de 93.9 ± 1.98 %, y el porcentaje de mortalidad

Each sample consisted of approximately 300 mature honey bees, which were collected directly of the breeding camera, in a plastic flask type pet with a capacity of 450 ml with a cover made of 3 mm mesh metallic. To each flask it was placed a piece of white bristol 12 x 7.5 cm board from to which was stapled a piece of 2.5 x 1.0 cm from Apistan® at 10% (fluvalinate). The flasks containing the honey bees were introduced in an incubator to a constant temperature of 32 °C and 60 % of humidity during 24 h. The number of dead mites was determined turning down the flask and shaking it smoothly on a petri box, at 8 and 24 h, the mites that died for the effect of the fluvalinate passed through the mesh and they were counted, at the end of the 24 h the honey bees were sacrificed using ethylic alcohol at 70%⁽²⁴⁾.

To determine the number of mites that did not die during the test and that were still infesting the mature honey bees, the technique of agitation was used which consist in shaking the sample mechanically to 180 rpm during 30 min⁽²⁵⁾. The percentage of mortality of mite was calculated with the following formula:

$$\% \text{ of mortality} = \frac{\text{Number of dead mites during test}}{\text{Total number of mites}} \times 100$$

To determine differences between both groups, the data were transformed to arcsin to apply further a “t” Student test⁽²⁶⁾. The transformation to arcsin was carried out so that the data follow a normal distribution.

The percentage of mortality obtained in the apiaries that receive some type of alternative treatment was of 93.9 ± 1.98 %, and the percentage of mortality in apiaries treated in a constant way with fluvalinate was of 83.6 ± 0.51 % (Table 1), observing differences between groups according to the treatment that they received in the last 5 yr (t = -3.93, P=0.01, gl=46).

The fluvalinate was one of the first available chemical products in Mexico for controlling the mite *V. destructor* and it has been used in a constant

en apiarios tratados de manera constante con fluvalinato fue de 83.6 ± 0.51 % (Cuadro 1), observándose diferencias entre ambos grupos de acuerdo al tratamiento que recibieron en los últimos cinco últimos años ($t = -3.93$, $P=0.01$, $gl=46$).

El fluvalinato fue uno de los primeros productos químicos disponibles en México para el control del ácaro *V. destructor* y ha sido utilizado de manera constante durante desde 1992^(15,16), motivo por el cual se ha reportado la presencia de poblaciones de ácaros resistentes al fluvalinato en algunas regiones del país como en el Estado de México donde se reportó un porcentaje de mortalidad del 60.6 %⁽¹⁵⁾; en el estado de Veracruz se observó que se necesitaban 327 veces más concentración del producto para alcanzar la concentración letal media, esto debido a la constante aplicación de este producto⁽¹⁶⁾; sin embargo el porcentaje de mortalidad de los ácaros expuestos al fluvalinato obtenido en el presente estudio en apiarios tratados de manera constante fue de 83.6 ± 0.51 , lo cual indica una reducción en el porcentaje mortalidad de los ácaros, mas no el desarrollo de poblaciones de ácaros resistentes. El porcentaje de mortalidad obtenido en el presente estudio es ligeramente inferior a lo reportado para considerar a las poblaciones de ácaros susceptibles al fluvalinato. Sin embargo, se observa una reducción en el porcentaje de mortalidad, lo cual indica una reducción en la eficacia del producto⁽²⁴⁾.

La reducción en la eficacia se debe al uso continuo e inadecuado del fluvalinato, debido a que algunos apicultores no remueven las tiras plásticas de Apistan®, las cuales deben permanecer únicamente por seis semanas en el interior de la colmena. Sin embargo, a menudo dichas tiras del producto permanecen alrededor de un año dentro las colmenas, por tanto los ácaros están expuestos a dosis menores a las recomendadas.

La capacidad de desarrollar resistencia a una amplia gama de pesticidas es un fenómeno extenso entre los ácaros⁽²⁷⁾, ya que ha conducido a una aparición mundial de poblaciones resistentes⁽²⁸⁾. No obstante en Yucatán, la aplicación de diversos métodos de control alternativo posiblemente hayan influido en

Cuadro 1. Porcentaje de mortalidad de varroas obtenido con la aplicación de fluvalinato

Table 1. Percentage of varroas mortality obtained with the fluvalinate application

Apiary	n	$\bar{x} \pm SE$
Apiary 1*	12	96.02 \pm 2.15 a
Apiary 2*	12	91.60 \pm 4.73 a
Apiary 3*	12	94.95 \pm 2.82 a
Apiary 4*	12	93.24 \pm 3.91 a
Apiary 5**	12	87.85 \pm 4.84 b
Apiary 6**	12	84.44 \pm 4.12 b
Apiary 7**	12	82.60 \pm 4.41 b
Apiary 8**	12	79.53 \pm 4.39 b

* Use of alternative control; ** Use of fluvalinate.
ab ($P<0.01$).

SE= standard error.

way since 1992^(15,16), by this reason the presence of mites populations resistant to fluvalinate has been reported in some regions of the country as the State of Mexico where a mortality of 60.6 % was reported⁽¹⁵⁾. In the state of Veracruz it was observed that was needed a concentration of more than 327 times of the product to reach the average lethal concentration, this due to the constant application of this product⁽¹⁶⁾, however the percentage of mortality of the mites exposed to the fluvalinate obtained in this study in apiaries treated in a constant way was of 83.6 ± 0.51 , which indicates a reduction in the percentage of mortality of the mites, but not the development of populations of resistant mites. The percentage of mortality obtained in this study is lightly inferior to that reported to consider the populations of susceptible mites to the fluvalinate. However, a reduction is observed in the percentage of mortality, which indicates a reduction in the effectiveness of the product⁽²⁴⁾.

The reduction in the effectiveness is due to the continuous and inadequate use of the fluvalinate, because some beekeepers do not remove the plastic ribbons of Apistan®, which should only remain for six weeks inside the beehive. However, these

el hecho de no haber hallado evidencia del desarrollo de resistencia, en comparación con lo reportado por otros autores⁽¹⁵⁾, esto debido a que se han realizado diversas campañas de extensionismo promoviendo el uso del timol y el ácido fórmico para el control del ácaro, productos que han demostrado resultados favorables en contra del crecimiento poblacional de *V. destructor* y no causan el desarrollo de resistencia⁽²⁹⁾.

El porcentaje de mortalidad obtenido en los apiarios que reciben tratamiento alternativo fue de 93.9 ± 1.98 %, superior al observado en los apiarios que reciben tratamiento regular a base de fluvalinato. Estos resultados son similares a los reportados por otros autores⁽³⁰⁾, quienes observaron un mayor porcentaje de mortalidad en los apiarios que no son tratados con fluvalinato⁽³⁰⁾, esto debido a que las poblaciones de ácaros resistentes al fluvalinato declinan después de un periodo en el cual este producto no es aplicado en las colonias, fenómeno conocido como reversión⁽¹⁴⁾. Un ejemplo es lo ocurrido en Italia donde los piretroides dejaron de aplicarse desde 1995, demostrado que el porcentaje de sobrevivencia de los ácaros hacia el fluvalinato bajó de 42.2 % en 1997 a 4.6 % en 2000⁽¹⁸⁾.

La detección temprana es crucial para reducir las pérdidas en las colonias y sobre todo la extensión de ácaros resistentes al fluvalinato⁽¹⁹⁾; de no actuar así, aquellos productores que continúen usando el fluvalinato no sólo se perjudicarán a sí mismos, sino que mantendrán en la zona ácaros resistentes, lo que implicaría una demora en la posibilidad de volver a utilizar en pocos años los productos antes mencionados que actualmente son adecuados debido a su bajo costo y fácil manejo, siendo importante impulsar el uso de métodos de control alternativo como el uso de ácidos orgánicos (ácido fórmico, láctico y oxálico), aceites esenciales (timol), y el desarrollo de abejas resistentes al ácaro⁽¹⁵⁾.

AGRADECIMIENTOS

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT), por la beca otorgada durante la realización de este trabajo.

ribbons of the product usually remain around one year inside of the beehives; therefore the mites are exposed to smaller dose to those recommended.

The capacity to develop resistance to a wide range of pesticides is an extensive phenomenon among the mites⁽²⁷⁾, since it has driven to a world appearance of resistant populations⁽²⁸⁾. Nevertheless in Yucatan, the application of diverse methods of alternative control has possibly influenced in the fact of not found evidence of the resistance development, in comparison with that reported by other authors⁽¹⁵⁾, this because diverse extensive campaigns promoting the use of thymol and formic acid for the control of the mites have been carried out, products that have demonstrated favorable results against the population growth of *V. destructor* and they don't cause development of resistance⁽²⁹⁾.

The percentage of mortality obtained in the apiaries that receive alternative treatment was of 93.9 ± 1.98 %, higher to the observed in the apiaries that receive regular treatment based on fluvalinate. These results are similar to those reported by other authors⁽³⁰⁾ who observed a bigger percentage of mortality in the apiaries that are not treated with fluvalinate⁽³⁰⁾, this because the populations of resistant mites to the fluvalinate decline after a period in which this product is not applied in the colonies, phenomenon known as reversion⁽¹⁴⁾. An example occurred in Italy where the pyrethroids stopped their application since 1995, demonstrated that the percentage of survival of the mites to the fluvalinate was reduced from 42.2 % in 1997 to 4.6 % in 2000⁽¹⁸⁾.

The early detection is crucial to reduce the losses in the colonies and mainly the extension of resistant mites to the fluvalinate⁽¹⁹⁾; if not acting this way, those producers that continue using fluvalinate will not harm themselves, but rather they will maintain in the area resistant acari, what would imply a delay in the possibility of using again in few years the products mentioned before, that at the moment are proper due to its low cost and easy handling. Being important to promote the use of methods of alternative control as the use of organic acids (formic, lactic and oxalic acid), essential oils

LITERATURA CITADA

1. De Jong D. Mites: Varroa and other parasites of brood. In: Honey bees pest, predator and diseases, 2a ed. Morse A, Nowogrodzki R. Editors. Ohio USA: The A.I. Root Company Medina; 1997:200-218.
2. Chihu AD, Rojas ALM, Rodríguez DSR. Primer reporte en México del ácaro *Varroa jacobsoni*, causante de la varroasis en la abeja melífera (*Apis mellifera* L.) Seminario Americano de Apicultura. Oaxtepec, Morelos, México. 1992:9-11.
3. Cajero S. Logros del programa nacional para el control de la abeja africanizada. Seminario Americano de Apicultura, Veracruz, México. 1996:4-6.
4. Bailey L. Patología de las abejas. Zaragoza, España: Edit. Acribia; 1981.
5. Ritter W. Enfermedades de las abejas. España: Acribia, SA; 2001.
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;138(2):125-127.
7. 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.
8. Medina ML, Vicario E. The presense of *Varroa destructor* mite and *Ascosphaera apis* fungi in collapsin and normal honey bee (*Apis mellifera* L.) colonies in Yucatan, México. Am Bee J 1999;139(10):794-796.
9. Wallner K. Varroacides and their residues in bee products. Apidologie 1999;30:235-248.
10. Watkins M. Resistance and its relevance to beekeeping. Bee World 1997;78:15-22.
11. Trouiller J. Monitoring *Varroa jacobsoni* resistance to pyrethroids in Western Europe. Apidologie 1998;29:537-546.
12. Baxter J, Eischen FA, Pettis JS, Wilson WT, Shimanuki H. Detection of fluvalinate-resistant Varroa mites in US honey bees. Am Bee J 1998;138:291.
13. Elzen JP, Eischen AF, Baxter RJ, Elzen WG, Wilson TW. Detection of resistance in US *Varroa jacobsoni* Oud. (Mesostigmata: Varroidae) to the acaricide fluvalinate. Apidologie 1999;30:13-17.
14. Milani N. The resistance of *Varroa jacobsoni* Oud. to acaricides. Apidologie 1999;30:229-234.
15. Arechavaleta M, Torres G, Robles C, Correa A. (2007). Identificación de poblaciones de *Varroa destructor* A. resistentes al fluvalinato en colonias de abejas en el estado de México. Congreso Internacional de Actualización Apícola. Veracruz, México. 2007:113-116.
16. Rodríguez-Dehaibes S, Otero-Colina G, Pardo V, Villanueva J. Resistance to amitraz and flumethrin in *Varroa destructor* populations from Veracruz, Mexico. J Apicult Res 2005;44(3):124-125.
17. Rodríguez-Dehaibes S, Otero-Colina G, Villanueva J, Martínez P, Chávez C, Lagunas R. Resistencia de *Varroa destructor* a los plaguicidas usados para su control en las regiones Golfo y Centro-altiplano, México. Congreso Internacional de Actualización Apícola. Veracruz, México. 2007:40-44.
18. Milani N, Della-Vedova G. Decline in the proportion of mites resistant to fluvalinate in population of *Varroa destructor* no treated with pyrethroids. Apidologie 2002;33:417-422.
- (thymol), and the development of resistant honey bees to the mites⁽¹⁵⁾.

ACKNOWLEDGEMENTS

To Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT), for the scholarship granted during the realization of this work.

End of english version

-
19. Milani N. The resistance of *Varroa jacobsoni* Oud. to pyrethroids: a laboratory assay. Apidologie 1995;26:415-429.
 20. Mozes-Koch R, Slabetski Y, Efrat H, Kamer Y, Yakobson B, Dag A. First detection in Israel of fluvalinate resistance in varroa mite using bioassay and biochemical methods. Exp Appl Acarology 2000;24:35-43.
 21. Wang R, Liu Z, Dong K, Elzen P, Pettis J, Huang Z. Association of novel mutation in a sodium channel gene with fluvalinate resistance in the mite *Varroa destructor*. J Apicult Res 2002;40:17-25.
 22. García E. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Koopen para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana. Instituto de Geografía, UNAM. 1981.
 23. Duch J. La conformación territorial del estado de Yucatán. Los componentes del medio físico. Editado por la Universidad Autónoma de Chapingo. México. 1988.
 24. Pettis J, Shimanuki H, Feldlaufer MF. An assay to detect fluvalinate resistance in Varroa mites. Am Bee J 1998;138(7):538-541.
 25. 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.
 26. Snedecor GW, Cochran WG. Métodos estadísticos. CECSA. México. 1984.
 27. Croft BA, Baan H. Ecological and genetic factors influencing evolution of pesticide resistance in tetranychid and phytoseid mites. Exper Appl Acarology 1988;4:277-300.
 28. Mota-Sanchez D, Bills SP, Whalon ME. Arthropod resistance to pesticides: status and overview. In: Wheeler B. editor. Pesticides in agriculture and the environment. Gainesville, FL: Marcel Decker; 2002:241-272.
 29. 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 maestría] México: Universidad Autónoma de Yucatán; 2000.
 30. Gracia-Salinas M, Ferre M, Latorre E, Monero C, Castillo J, Lucientes J, Peribañez M. Detection of fluvalinate resistance in *Varroa destructor* in Spanish apiaries. J Apicult Res 2006;45(3):101-105.

