



IX JORNADA MALAGUENA DE APICULTURA

Antequera, 10 de febrero de 2007

JOSÉ M. FLORES SERRANO

Departamento de Zoología
UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA

Teléf.-fax: 957 21 86 98

E-mail: ba1flsej@uco.es

SELECCIÓN DE ABEJAS TOLERANTES A VARROA

Desde hace décadas el parásito Varroa es uno de los principales problemas sanitarios de la mayor parte de la apicultura occidental, y lo cierto es que, a pesar de los enormes esfuerzos y recursos que se están invirtiendo a nivel internacional, el problema sigue muy presente y sin perspectiva de solución a corto plazo. En este sentido, las principales cuestiones están relacionadas con:

- La pérdida de abejas, y si no tratamos, de las colonias completas. Esto se debe a la acción expoliadora del parásito, alimentándose de la hemolinfa de las abejas adultas y de la cría y, lo que es más importante, transmitiendo otras enfermedades, fundamentalmente víricas (parálisis crónica y aguda, etc), pero también bacterianas, como las loques, fúngicas como el pollo escayolado, etc. Existe, además, una acción colateral, provocando debilidad en las colonias y propiciando la manifestación de otras enfermedades.

- La frecuente aparición de resistencias de varroa a los productos usados en los tratamientos está generando también graves problemas: por una parte la persistencia de alta parasitación en las colmenas tratadas, y por otra el incremento de los costos económicos y de trabajo invertidos en un tratamiento ineficaz, que probablemente nos obligará a repetirlo si no queremos perder las abejas. El problema de la resistencia de varroa a los tratamientos deriva de la capacidad natural del parásito a adaptarse, pero que se ha visto frecuentemente acelerada por el mal uso de los productos disponibles o una inadecuada preparación artesanal.

- El tercer aspecto fundamental se refiere al riesgo de residuos en los productos de las abejas generados por los tratamientos, especialmente cuando son mal aplicados. Es muy importante seguir manteniendo la calidad de los productos de las colmenas, por obligación hacia el consumidor, pero también porque este es un arma fácil de usar para enmascarar otro tipo de intenciones, fundamentalmente comerciales.

Ante estas perspectivas la pregunta que nos hacemos todos es: **¿Como podemos afrontar la situación?**

En primer lugar hemos de aceptar que varroa seguirá siendo un acompañante muy incomodo de nuestra apicultura, y que probablemente nunca lleguemos a librarnos de ella. A partir de aquí hemos de diseñar una estrategia en la que, seguramente, no podamos prescindir de forma radical de los que conocemos como tratamientos químicos de síntesis, pero sí hemos de sustituirlos por medidas de otro tipo, de la forma más rápida y eficiente posible. Es lo que conocemos como los métodos alternativos para el control del parásito.

Muchas de las medidas alternativas para la lucha contra varroa ya están inventadas, pueden ser los tratamientos orgánicos como el timol, las medidas de manejo como la cría dirigida de zánganos o la selección de abejas tolerantes, capaces de eliminar varroas y conseguir un crecimiento más lento de las poblaciones del parásito, incluso hasta alcanzar en anhelado objetivo de que no fueran necesarios los tratamientos. Es precisamente esta última opción en la que estamos trabajando.



De forma natural, cuando una especie es parasitada se inicia un proceso de selección por la que el hospedador, o especie parasitada, desarrolla mecanismos de defensa contra ese parásito. Si parásito y hospedador logran alcanzar un equilibrio, ambos convivirán, sin provocar la muerte del hospedador. Algo así debería pasar con la relación entre nuestras abejas y varroa. Pero el proceso de adaptación conlleva la desaparición de los organismos que no presentan los mecanismos de defensa contra el parásito, lo que frecuentemente significa la pérdida de enormes poblaciones del hospedador, en nuestro caso de colmenas, lo que no nos permite dejar que la naturaleza actúe a su criterio, porque probablemente el primer paso conllevaría la muerte de casi todas las colmenas.



En el caso contrario, con la necesidad de tratar de forma habitual las colmenas contra varroa, estamos actuando frente a la selección natural, pues reducimos o anulamos las ventajas que podrían tener las abejas con mecanismos de defensa natural para resistirse al parásito.

Al tratar de seleccionar colmenas más tolerantes a varroa, tenemos que conseguir una situación intermedia entre las dos situaciones, permitir que las colmenas que mejor se defienden frente a varroa conserven su ventaja, sin que ello suponga la pérdida de las aquéllas que no tienen esa capacidad. Esta ventaja de las colmenas que nos interesan se la damos nosotros, utilizando sus hijas para sustituir a las colmenas no seleccionadas.

Cuando alguien intenta trabajar en este tema, la primera pregunta que se debe plantear es si existen abejas con capacidad para mantener, por sí mismas, la población de varroa en niveles aceptables.

La respuesta es sí. Pues varroa procede de una abeja de la miel asiática, llamada *Apis cerana*. Esta abeja se encuentra en equilibrio con el parásito *Varroa jacobsoni*, que es la especie que inicialmente se pensó que era la que también parasitaba a nuestras abejas. El equilibrio entre *Apis cerana* y este parásito permite la supervivencia de las colonias sin necesidad de aplicar tratamientos.

Desafortunadamente, cuando hablamos de la varroosis en la apicultura occidental los actores cambian: ahora es nuestra abeja *Apis mellifera*, y el parásito es otra especie, llamada *Varroa destructor*. El aspecto positivo es que también en determinadas zonas como Brasil o México los daños producidos por el parásito no son excesivamente graves, existiendo un alto grado de tolerancia natural por parte de las abejas. En otras ocasiones, esta tolerancia se ha conseguido usando la selección genética artificial, como es el caso de la línea seleccionada por Harbor y sus colaboradores y conocida como SMR (Suppression mite reproduction).

El siguiente paso ha de estar destinado a conocer los mecanismos de defensa de las abejas que presentan tolerancia al parásito.

Los principales caracteres que permiten el equilibrio entre el parásito y la abeja asiática de la que procede varroa inciden sobre el ciclo del parásito, ya sea cuando *Varroa* está sobre las abejas adultas o reproduciéndose en el interior de las celdillas de cría. Podemos destacar algunos de estos comportamientos:

- Cuando el parásito se encuentra sobre las abejas adultas es atacado por la misma abeja o por otra, es el comportamiento conocido como grooming. Las abejas capturan los parásitos, los muerden, frecuentemente mutilándolos y acaban por eliminarlos de las colmenas.

- Durante el proceso de invasión de las celdillas de cría para reproducirse, los parásitos prefieren la cría de los zánganos frente a las de las obreras.

- Cuando los parásitos invaden las celdillas de obreras, suelen tener bajo éxito reproductivo, frecuentemente no llegan a tener descendientes. En otras ocasiones sólo generan descendientes machos, o bien los descendientes son demasiado tardíos como para alcanzar la madurez antes del nacimiento de la abeja.

- Durante el periodo reproductivo del parásito también puede haber una forma de lucha activa por parte de las abejas obreras adultas, desplegando un comportamiento higiénico capaz de localizar las celdillas parasitadas, desopercularlas y limpiarlas, retirando la cría infestada y los parásitos, aunque en ocasiones sólo retiran los parásitos, reoperculando las celdillas con la cría que sigue su desarrollo.

¿Qué pasó cuando tratamos de estudiar estos caracteres en nuestras abejas?

Cuando decidimos trabajar en abejas tolerantes a Varroa, como casi todos, tomamos como modelo la relación de equilibrio entre el parásito y la abeja asiática. Sólo que en este caso sería con nuestras abejas. Era una época en la que se hacía necesario conocer qué relaciones había entre nuestras abejas y el parásito, y apuntándonos a la tendencia general, estudiamos los diferentes caracteres que mencionábamos con anterioridad.

Con respecto al grooming, era fácil de estudiar, sólo teníamos que recoger los parásitos que caían en unas bandejas colocadas en los fondos de las colmenas y analizarlos en la lupa binocular. Encontramos respuestas muy espectaculares, las varroas aparecían fuertemente mutiladas por las abejas.

Pero lo cierto era que la posibilidad de usar este carácter se nos atojaba tan ineficaz como espectacular, pues el número de parásitos eliminados por las abejas de esta forma era realmente bajo respecto al total de varroas en la colmena. Por lo que decidimos prescindir de este carácter, y así seguimos hasta hoy.

Respecto a la infertilidad de Varroa en nuestras abejas, y tras un tiempo de búsqueda, encontramos colonias en la que efectivamente varroa tenía menos descendientes de lo que se consideraba normal, y lo que es más importante, no era un hecho puntual, sino que frecuentemente se mantenía en el tiempo. Esto lo medíamos abriendo celdillas con cría, comprobando si estaban parasitadas y si varroa tenía éxito al reproducirse.

Finalmente, estudiamos también la respuesta higiénica de las abejas frente a la cría parasitada. Para ello abríamos celdillas, introducíamos artificialmente parásitos y volvíamos a cerrarlas cuidadosamente. Devolvíamos el cuadro a la colmena y a las 24 horas registrábamos la respuesta de las abejas, comprobando que algunas de las colonias tenían una respuesta importante.

Pero también queríamos saber cómo podía influir en el comportamiento higiénico de las abejas el número de varroas que parasitaban las celdillas. De esta manera hicimos nuevas pruebas introduciendo 1, 2 ó 3 varroas en cada celdilla, comprobando que **cuántos más parásitos había en una celdilla, más respuesta higiénica desplegaban las abejas.**

Todos estos resultados nos permitieron plantear una hipótesis:

Si cuanto mayor número de parásitos que hay en una celdilla de cría, mayor es también la respuesta higiénica de las abejas, es lógico pensar que seleccionar abejas con alto comportamiento higiénico provocaría una selección paralela de varroas con menor éxito reproductivo, pues los parásitos que generaran más descendientes serían limpiados más frecuentemente por las abejas frente a los que tuvieran menos descendientes.

Con esta hipótesis decidimos comenzar un proceso de selección basándonos en la respuesta higiénica de las abejas. Esta respuesta la medíamos con el método tradicional de sacrificar la cría operculada de una porción de panal y comprobar la respuesta higiénica de las abejas a las 24 horas. A lo largo del tiempo evolucionamos en la forma de sacrificar la cría: primero pinchándola, después congelándola en un congelador y finalmente con nitrógeno líquido.

A la vez, en las mismas colmenas medíamos la población de parásitos, generalmente basándonos en las varroas que caían en el tratamiento de otoño de las colmenas.

El modelo de selección estaba basado en familias, de tal manera que cada año seleccionamos la colonia con mejores resultados, tanto de comportamiento higiénico como por presentar menor grado de parasitación y a partir de su reina obtenemos reinas hijas para encabezar las colonias de esa familia en la siguiente temporada. La fecundación de las reinas se producía de forma natural.

Resultados.

A lo largo de 4 años los resultados fueron muy heterogéneos y discordantes con nuestra hipótesis, de manera que frecuentemente las colmenas menos parasitadas no eran las de mayor comportamiento higiénico y viceversa, lo que nos generaba no pocas dudas en el momento de seleccionar las madres.

Por otra parte, se produjo un cambio en nuestra orientación, que nos llevaba desde una investigación más básica a una más aplicada. Comenzando a plantearnos que además de adquirir conocimientos, teníamos que transferir material a los apicultores.

Ambas circunstancias nos llevaron a probar ambos caracteres por separado: por una parte abejas para las que el comportamiento higiénico era el carácter fundamental y el grado de parasitación un dato secundario en la elección de las progenitoras, y por otra abejas para las que un bajo grado de parasitación era el carácter fundamental y el comportamiento higiénico el valor secundario.

Los resultados no pudieron ser más concluyentes, respondiendo favorablemente cada línea de abejas al carácter fundamental para el que era seleccionada, y no así para el contrario, o lo que es lo mismo, las colonias seleccionadas por mayor comportamiento higiénico siguieron comportándose de esta manera, a la vez que tenían más varroa; y las colonias seleccionadas por tener menor grado de parasitación, siguieron teniendo menos parásitos, pero su comportamiento higiénico también fue inferior.

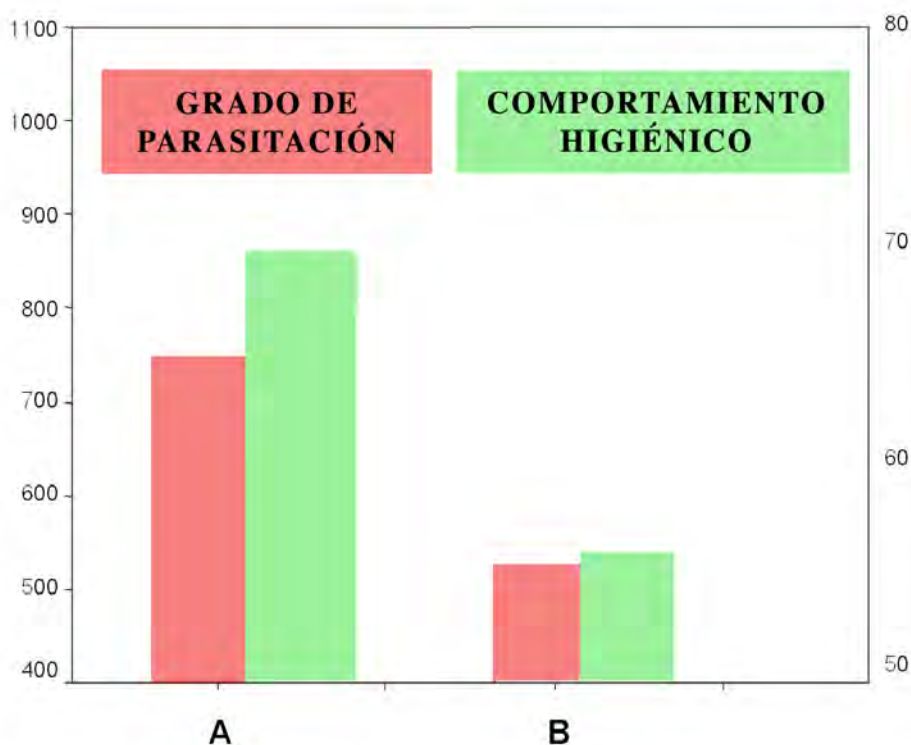


Gráfico 1.- Número medio de varroas registradas en el tratamiento realizado en otoño de 2004 y respuesta higiénica valorada en la primavera de 2004 en los 2 grupos de colonias:

A) colonias pertenecientes a una línea de abejas mejoradas fundamentalmente por presentar alto comportamiento higiénico,

B) colonias pertenecientes a una línea de abejas mejoradas fundamentalmente por su tolerancia a varroa.

La primera conclusión que obteníamos era que seleccionar abejas por presentar alto comportamiento higiénico utilizando las técnicas tradicionales con cría sacrificada probablemente no era un buen sistema para conseguir abejas significativamente más tolerantes a varroa.

El siguiente paso no podía ser otro que estudiar las causas de la posible mayor tolerancia en nuestras abejas. En este sentido, **el primer factor que hemos evaluado es la falta de éxito reproductivo de varroa** en nuestras abejas.

Trabajamos con colmenas Langstroth, dotadas de fondos especiales con rejilla (3 mm) que permiten la caída de parásitos hasta unas bandejas donde son recogidos, impidiendo el acceso de las abejas. Las bandejas son extraíbles desde la parte posterior de las colmenas. Para registrar el grado de parasitación mantuvimos durante 4 días cartulinas impregnadas con vaselina en los fondos de las colmenas.

Seleccionamos 3 estirpes de abejas que presentaban medias crecientes de parasitación. Todas las reinas fueron criadas en la primavera de 2005 y fecundadas de forma natural en la misma ubicación.

Elegimos 4 colonias de cada estirpe (Total 12): dos con una parasitación superior y las otras dos menos parasitadas respecto a la situación de su estirpe, como se puede consultar en la tabla siguiente.

ESTIRPE, MEDIA DE VARROA CAIDAS EN 4 DÍAS Y NÚMERO DE COLONIAS EN CADA ESTIRPE	COLONIA	Nº DE PARÁSITOS	GRADO DE PARASITACIÓN RELATIVO
A 10,91±4,09 (n=11)	1	5	BAJO
	2	6	BAJO
	3	27	ALTO
	4	38	ALTO
B 20,00±4,62 (n=13)	5	9	BAJO
	6	9	BAJO
	7	22	ALTO
	8	25	ALTO
C 32,65±5,07 (n=17)	9	5	BAJO
	10	9	BAJO
	11	64	ALTO
	12	72	ALTO

Tabla 1. Número de parásitos registrados en un periodo de 4 días en los fondos de las 12 colonias usadas en el experimento. En cada estirpe damos el número medio de varroas naturalmente caídas en este periodo de tiempo así como el número de colonias que la formaban. De cada estirpe elegimos dos colonias más parasitadas y otras dos menos parasitadas.

De cada colonia tomamos un cuadro con cría de obreras, preferentemente con pupas claras y ojos pardos, que coincide con los 7-8 días después de la operculación. La adecuación de esta edad se debe a que en el caso de estar parasitada la cría, varroa ya ha tenido tiempo para generar descendencia, esta descendencia será fácilmente distinguible de la hembra parásita progenitora y otra descendencia generada con posterioridad tendrá una probabilidad muy baja de sobrevivir.

Los panales con cría adecuada fueron trasladados al laboratorio, donde abrimos e inspeccionaremos las celdillas usando una lupa binocular (X 20), registrando si la cría era de edad adecuada, se encontraba parasitada o no, la situación de los parásitos, si en las celdillas parasitadas varroa se había reproducido, y el número y estado de desarrollo de los descendientes.

Como resultado de esta evaluación registramos:

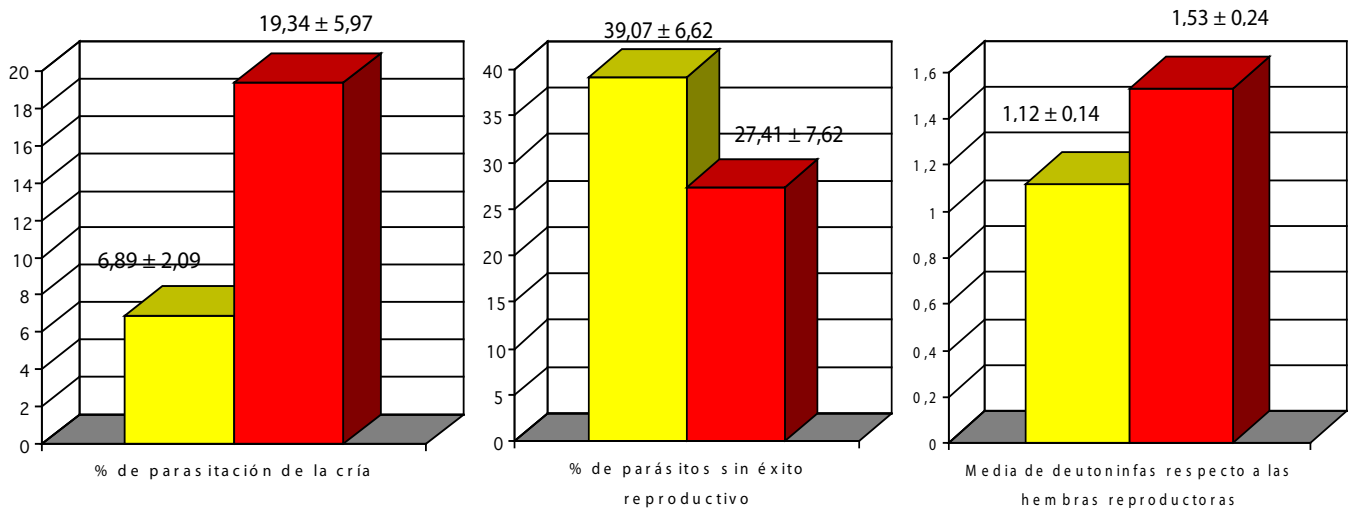
- .- Grado de parasitación de la cría (celdillas parasitadas respecto al total de celdillas examinadas).
- .- Número de celdillas invadidas por un único parásito progenitor.
- .- Número de parásitos reproductores viables que no han tenido éxito reproductivo (no presentaron puesta, los huevos no fueron viables, toda la descendencia fue masculina o la puesta fue demasiado tardía como para que la descendencia alcanzara la madurez antes del nacimiento de la abeja).
- .- Número de deutoninfas hembras/celdillas con una única varroa progenitora.

Como se puede ver en los gráficos siguientes, en los tres factores que hemos estudiado, sin diferenciar el origen de las colonias, siempre fueron favorables a las colonias menos parasitadas: Pudimos comprobar que el porcentaje de parasitación de la cría fue inferior en las colonias menos parasitadas, lo cual era de esperar a priori.

Cuando analizamos la falta de éxito reproductivo, encontramos el primer resultado interesante, y es que esta falta de éxito reproductivo fue superior en las colonias menos parasitadas, lo cual puede ser una posible causa del crecimiento más lento de la población de parásitos.

Finalmente, consideramos también el número medio de deutoninfas respecto al número de celdillas parasitadas, comprobando que fueron menos las deutoninfas en las colonias menos parasitadas, lo cual puede ser otra posible causa de menor crecimiento de la población.

GRADO DE	NÚMERO DE COLONIAS
BAJO	6
ALTO	6



CONCLUSIONES

En todos los parámetros estudiados los resultados son favorables a las colonias menos parasitadas:

**Menor parasitación de la cría.
 Mayor falta de éxito reproductivo de varroa.
 Menor número de parásitos descendientes viables.**

Estos resultados nos hacen pensar que el menor éxito reproductivo de varroa puede ser una causa del crecimiento más lento de la población del parásito en las colonias con las que hemos trabajado.

Finalmente, nuestra intención es seguir estudiando los diferentes factores que pueden influir en la mayor tolerancia de las abejas al parásito. Seguimos pensando que la respuesta higiénica de las abejas es uno de ellos. La cuestión es desarrollar una técnica de comportamiento higiénico, fácil de aplicar y que refleje fielmente la respuesta frente a varroa.



Agradecimientos.

Queremos agradecer el apoyo que recibimos tanto del INIA (Proyecto API-06-010. Selección de poblaciones de *Apis mellifera iberiensis* tolerantes a *Varroa destructor*.) como de la Diputación de Córdoba y, sobre todo, de los apicultores, que son la auténtica razón de nuestro trabajo.

Bibliografía.

- Anderson, DL; Trueman, JWH (2000). *Varroa jacobsoni* (Acari: Varroidae) is more than one species. *Experimental & Applied Acarology* 24, 165-189.
- Bogdanov, S (2006). Contaminants of bee products. *Apidologie* 37: 1-18.
- Büchler, R (1994) *Varroa* tolerance in honey bees occurrence, characters and breeding. *Bee World* 75: 54-70.
- Calatayud, F y Verdú, MJ (1993). Hive debris counts in honeybee colonies: a method to estimate the size of small populations and rate of growth of the mite *Varroa jacobsoni* Oud. (Mesostigmata: Varroidae). *Experimental & Applied Acarology* 17: 889-894.
- Flores, JM; Ruíz, JA; Afonso, SM (2002). Assessment of the population of *Varroa destructor* based on its collection from boards at the bottom of hives of *Apis mellifera iberica*. *Revista Portuguesa de Ciências Veterinárias* 97: 193-196.
- Flores, JM; Ruíz, JA; Ruz, JM; Puerta, F; Bustos, M (2001). Hygienic behaviour of *Apis mellifera iberica* against brood cells artificially infested with varroa. *Journal of Apicultural Research* 40 (1): 29-34.
- Flores, JM; Ruíz, JA; Ruz, JM; Puerta, F; Campano, F (1998). Infertilidad del parásito *varroa jacobsoni* Oud. como carácter para la selección de abejas tolerantes. II Congreso de la Sociedad Española de Agricultura Ecológica. Valencia.
- Flores, JM; Ruíz, JA; Ruz, JM; Puerta, F; Campano, F (1998). Estudio del comportamiento de grooming frente al parásito *Varroa jacobsoni* Oud. En un grupo de colonias de *Apis mellifera iberica* en el sur de España. II Congreso de la Sociedad Española de Agricultura Ecológica. Valencia.
- Fries, I; Aarhus, A; Hansen, H; Korpela, S (1991). Comparison of diagnostic methods for detection of low infestation levels of *Varroa jacobsoni* in honey-bee (*Apis mellifera*) colonies. *Experimental & Applied Acarology* 10: 279-287.
- Harbo, JR; Harris, JW (1999). Selecting honey bees for resistance to *Varroa jacobsoni*. *Apidologie* 30: 183-196.
- Harbo, JR; Harris, JW (2005). Suppresses mite reproduction linked to the behaviour of adult bees. *Journal of Apicultural Research* 44: 21-23.
- Harbor, JR; Hoopgarner, R (1997). Honey bee (Hymenoptera: Apidae) in the United States that express resistance to *Varroa jacobsoni* (Mesostigmata: Varroidae). *Journal of Economic Entomology* 90: 893-898.
- Harris, JW; Harbor, JR (2000). Changes in reproduction of *Varroa destructor* after honey bee queens were exchanged between resistant and susceptible colonies. *Apidologie* 31: 689-699.
- Ibrahim, A; Spivak, M (2006). The relationship between hygienic behavior and suppression of mite reproduction as honey bee (*Apis mellifera*) mechanisms of resistance to *Varroa destructor*. *Apidologie* 37: 31-40.
- Martin, JM (2004). Acaricide (pyrethroid) resistance in *Varroa destructor*. *Bee World* 85 (4): 67-69.
- Martin, SJ (1994). Ontogenesis of the mite *Varroa jacobsoni* Oud. in worker brood of the honeybee *Apis mellifera* L. under natural conditions. *Experimental & Applied Acarology*, 18: 87-100.
- Milani, N (1999) The resistance of *Varroa jacobsoni* Oud. to acaricides. *Apidologie* 30: 229-234.
- Mondragón, L; Spivak, M; Vandame, R (2005). A multifactorial study of the resistance of honeybees *Apis mellifera* to the mite *Varroa destructor* over one year in Mexico. *Apidologie* 36: 345-358.
- Rath, W (1999). Co-adaptation of *Apis cerana* Fabr. and *Varroa jacobsoni* Oud. *Apidologie* 30: 97-110.
- Arechavala-Velasco, ME; Guzmán-Novoa, E (2001). Relative effect of four characteristics that restrain the population growth of the mite *Varroa destructor* in honey bee (*Apis mellifera*) colonies. *Apidologie* 32: 157-174.
- Rembold, H; Kremer, JP; Ulrich, GM (1980). Characterization of postembryonic developmental stages of the female castes of the honey bee, *Apis mellifera* L. *Apidologie* 11, 29-38.
- Rinderer, TE; De Guzman, LI; Delatte, GT; Stelzer, JA; Lancaster, VA; Kuznetsov, V; Beaman, L; Watts, R; Harris, JW (2001). Resistance to the parasitic mite *Varroa destructor* in honey bees from far-eastern Russia. *Apidologie* 32: 381-394.
- Ritter, W; De Jong, D (1984). Reproduction of *Varroa jacobsoni* O. in Europe, the Middle East and tropical South America. *Z. Angew. Entomol.* 98: 55-57.
- Rosenkranz, P; Engels, W (1994). Infertility of *Varroa jacobsoni* females after invasion into *Apis mellifera* worker brood as tolerance factor against varroaosis. *Apidologie* 25: 402-411.
- Vandame, R; Colin, ME; Morand, S; Otero-Colina, G (2000). Levels of compatibility in a new host-parasite association: *Apis mellifera/Varroa jacobsoni*. *Canada Journal of Zoology* 78: 2037-2044.
- Wallner, K (1999) *Varroacides* and their residues in bee products. *Apidologie* 30: 235-248.