

LA SELECCIÓN DE ABEJAS TOLERANTES A VARROA DESTRUCTOR (I)

Un mundo sin varroa

Francisco Padilla Alvarez (padilla@uco.es) y José M. Flores Serrano.
Departamento de Zoología, Campus de Excelencia Internacional Agroalimentario (ceiA3), 14071 Córdoba



¿Ha soñado alguna vez como sería nuestra apicultura sin varroa?, pensamos que sería algo diferente a la actual, pero sin grandes diferencias. Hablaríamos bastante más sobre acarapis (ácaro de las traqueas) o braula (piojo de las abejas), y seguiríamos teniendo brotes de nosemosis, pollo escayolado (ascosferosis) y/o loque. Muy probablemente las virosis tendrían una menor incidencia. Respecto a las prácticas apícolas resulta muy arriesgado aventurar si serían parecidas a las actuales o diferentes. Probablemente habría más apicultores aficionados y el manejo sería menos intensivo. Pero nuestra integración en la Unión Europea nos habría obligado de todas formas a cambiar las prácticas tradicionales y a integrarnos en un mundo globalizado.

Realmente el mundo de los sueños es un territorio algo extraño, en el que pueden coincidir y/o cohabitar nuestros mayores anhelos junto a las más grandes pesadillas.

En el ácaro varroa confluyen de alguna forma anhelos y pesadillas. Es la auténtica pesadilla de la apicultura occidental que utiliza la abeja *Apis mellifera*, y a la vez su erradicación es el más profundo anhelo de apicultores y también el de muchos investigadores.

Si salimos del mundo de los sueños y nos enfrentamos al mundo real, tenemos que ser conscientes de que Varroa destructor es el principal enemigo de la apicultura a escala global.

Vivimos en el mundo de la información y probablemente todos en algún momento habremos oído una frase

parecida a esta: la información es poder. Si esta idea la aplicamos al campo de la patología apícola, podemos afirmar que el profundo conocimiento de un agente patógeno (enemigo) nos ayuda en gran medida a combatirlo. Por este motivo antes de ver cómo estamos aplicando el conocimiento en la lucha contra nuestro enemigo común (varroa), vamos a repasar algunos aspectos relacionados con su biología.

Distribución del ácaro varroa

El ácaro responsable de la varroosis fue descrito por primera vez por Oudemans en la isla de Java (Indonesia) en el año 1904, recibiendo el nombre de *Varroa jacobsoni*. Originalmente parasitaba a la





especie *Apis cerana* y en algún momento de la primera mitad del siglo XX cambió de hospedador y pasó a parasitar a *A. mellifera*, cuando esta especie fue introducida en Asia por motivos de tipo productivo.

En el año 2000 Anderson y Trueman publican un importante trabajo sobre este ácaro basado en gran parte en el estudio del ADN mitocondrial (ADNmt). El estudio reveló la existencia de al menos dos especies diferentes: *V. jacobsoni* (sensus stricto) presente en *A. cerana* de Indonesia y Malasia y *V. destructor* que parasita a *A. cerana* en Asia continental y a *A. mellifera*. También detectaron la presencia de dos variantes (haplotipos) de *V. destructor* en los ácaros que parasitan a nuestras abejas denominados Coreano y Japonés/Tailandés. Reciben estos nombres porque en esos lugares fue donde primero se detectaron. El haplotipo Coreano está considerado como el más virulento y presenta una distribución mundial, mientras que el Japonés/Tailandés es menos virulento y se ha loca-

lizado en Japón, Tailandia y América.

Sabemos que el cambio de hospedador de *A. cerana* por *A. mellifera* se produjo en Asia, pero contamos con una escasa información sobre este proceso. Con los datos de los que disponemos actualmente podemos decir que esta transmisión entre especies se produjo al menos en dos ocasiones y lugares diferentes.

En Japón *A. mellifera* se introdujo en el año 1877, pero la presencia de varroa en esta especie no se descubrió hasta el año 1957. Desde Japón el parásito llegó a Paraguay en 1971, Brasil en 1972 y desde aquí se extendió por todo el continente americano.

El segundo lugar de encuentro de varroa con nuestras abejas se produjo probablemente cerca de Vladivostok, una ciudad portuaria localizada en el Extremo Oriente ruso. A esta zona fueron transportadas colonias de abejas (*A. mellifera*) procedentes de Ucrania y muy probablemente algunas fueron infestadas por varroa. Colonias infestadas volvieron a la Rusia europea y desde

aquí el parásito se extendió por el resto de Europa: por ejemplo, a Bulgaria llegó en 1967 y a Alemania en 1977.

Biología de *Varroa destructor*

El conocimiento de la biología reproductiva y de los sistemas sensoriales del ácaro *Varroa destructor* resultan de vital importancia para poder desarrollar estrategias de lucha contra este parásito. ¿Por qué son importantes estos conocimientos?, porque el conocer como se reproduce un animal nos permite diseñar estrategias que aceleren o retarden los ciclos reproductivos, o bien intentar engañarlo de alguna forma.

La importancia del conocimiento de los sistemas sensoriales tampoco es muy difícil de explicar, por ejemplo, saber qué estímulos determinan que varroa busque y penetre en las celdillas de cría, nos permitiría diseñar trampas o desarrollar diferentes artimañas para alejarlas del área de cría de la colmena.

Antes de adentrarnos en la



biología reproductiva de este animal y para poder hacernos una idea de cómo son sus sistemas sensoriales, vamos a describir algunos aspectos de su anatomía.

Los ácaros son artrópodos un tanto particulares, por ejemplo, presentan un cuerpo muy modificado desde el punto de vista de la anatomía general de este amplio grupo de animales. Por este motivo no se puede utilizar una división clásica, como la que usamos para las abejas: cabeza, tórax y abdomen. Hay que usar otra.

El cuerpo está dividido en idiosoma y gnatosoma. Prácticamente todo el cuerpo de varroa es idiosoma, ya que el gnatosoma está formado básicamente por las piezas bucales: pedipalpos (sensoriales) y quelíceros. La importan-

cia de los quelíceros radica en que en el caso de las hembras la parte distal es móvil y está dotada de dos pequeños dientes, que utiliza para romper la cutícula (cubierta corporal) de las abejas en desarrollo y poder alimentarse de su hemolinfa. En los machos estas estructuras están modificadas en una especie de cánula (tubo) que usan para transferir los espermatozoides hasta el sistema genital de la hembra.

En el idiosoma se localizan las patas, cortas y fuertes en el caso de las hembras, y dotadas de unas estructuras especiales para poder adherirse al hospedador. Los ácaros cuentan con 4 pares de patas, el primer par no se utiliza en la locomoción y normalmente se muestran elevadas. Este primer par de apéndices

cuenta con una acumulación de estructuras sensoriales y su función es parecida a la de las antenas de las abejas. Que sepamos en estas patas se localizan receptores olfativos, gustativos, así como sensibles a la temperatura y humedad. Todo el cuerpo está recubierto de diferentes tipos de que-
tas (pelos) y sabemos que algunos de ellos son de tipo sensorial: mecano y quimiorreceptores. También conocemos que varroa puede percibir luz y vibraciones, pero no hay datos que apoyen el uso de estos sentidos en la reproducción o en la búsqueda de un hospedador.

El ciclo vital de las hembras incluye dos fases: (I) la fase forética que se desarrolla sobre las abejas adultas y (II) la fase reproductiva que se desarrolla dentro de las celdi-

llas de cría. En este ciclo la orientación química juega un papel fundamental, ya que varroa tiene que saber en qué momento se tiene que introducir en una celdilla de cría y cuándo se debe de encaramar al cuerpo de una abeja adulta. Diferentes experimentos han mostrado que la cría de zángano es más parasitada que la de obrera: en caso de poder elegir varroa prefiere las celdillas de zángano. Si la celda es de zángano varroa se introduce en ella entre 40 y 50 horas antes de que se operele. En el caso de una celdilla de obrera la infestación se produce entre 10 y 20 horas antes de su cierre.

Una vez que se termina un ciclo reproductivo, las nuevas varroas que emergen de las celdillas de cría van a buscar una nodriza para parasitarla, cuando tengan entre 4 y 14 días de edad buscarán una celda que contenga una larva de edad apropiada para poder

reproducirse.

No todas las obreras adultas de la colonia tienen la misma probabilidad de ser infestadas por este parásito. Varroa prefiere nodrizas de una edad media, resultándole menos atractivas las obreras recién nacidas y las de mayor edad. Obviamente esta elección la realiza cuando realmente puede hacerlo, en una colonia con un bajo nivel de infestación. Si el nivel de infestación de la colonia es muy alto, el ácaro parasitará a casi cualquier abeja adulta disponible. Sí resulta evidente que varroa tiene preferencias por un determinado tipo de cría (zángano u obrera), que se introduce en la celdilla de cría en un determinado momento, y que prefiere abejas adultas de una determinada edad. Vamos a estudiar qué criterios (señales) usa para determinar cuándo se tiene que introducir en una celdilla de cría, o qué determina que

prefiera a las nodrizas de una determinada edad para desarrollar su fase forética.

En experimentos realizados en laboratorio se ha demostrado que varroa se siente atraída por diferentes extractos de cutículas de larvas. Sabemos que determinados ésteres de ácidos grasos de cadena larga, producidos por las abejas en desarrollo, actúan como feromonas de la cría y determinan el sellado de las celdillas por las obreras. Estas mismas moléculas son las que atraen a varroa a las celdillas de cría para reproducirse y cerrar su ciclo vital.

Podemos pensar que si sabemos que una determinada molécula atrae a varroa hacia las celdillas de cría, podríamos usarla para fabricar trampas y atraer a varroa hacia otra zona de la colmena para poder eliminarla. Esta sería una solución ideal, pero el procedimiento no es tan sencillo ¿por qué?, debido a que



el ácaro no sólo valora los compuestos aromáticos referidos anteriormente, sino que también son atraídos por otros olores como son los producidos por los restos de muda presentes en las celdillas de cría, y los originados en la comida depositada en las mismas.

En el juego de la atracción de varroa no sólo hay compuestos aromáticos atrayentes, también hay sustancias con un probado efecto repelente, por ejemplo la jalea real.

Para complicar algo más el panorama resulta que la invasión de varroa también está mediada por agentes no químicos.

Antes de continuar es importante contestar una pregunta: ¿dedican las nodrizas el mismo tiempo a cuidar la cría de obrera que la de zángano? Si la contestación es afirmativa varroa tendrá las mismas probabilidades de introducirse en una celdilla u otra, pero si el tiempo dedicado es signifi-

cativamente diferente los valores de probabilidad cambian.

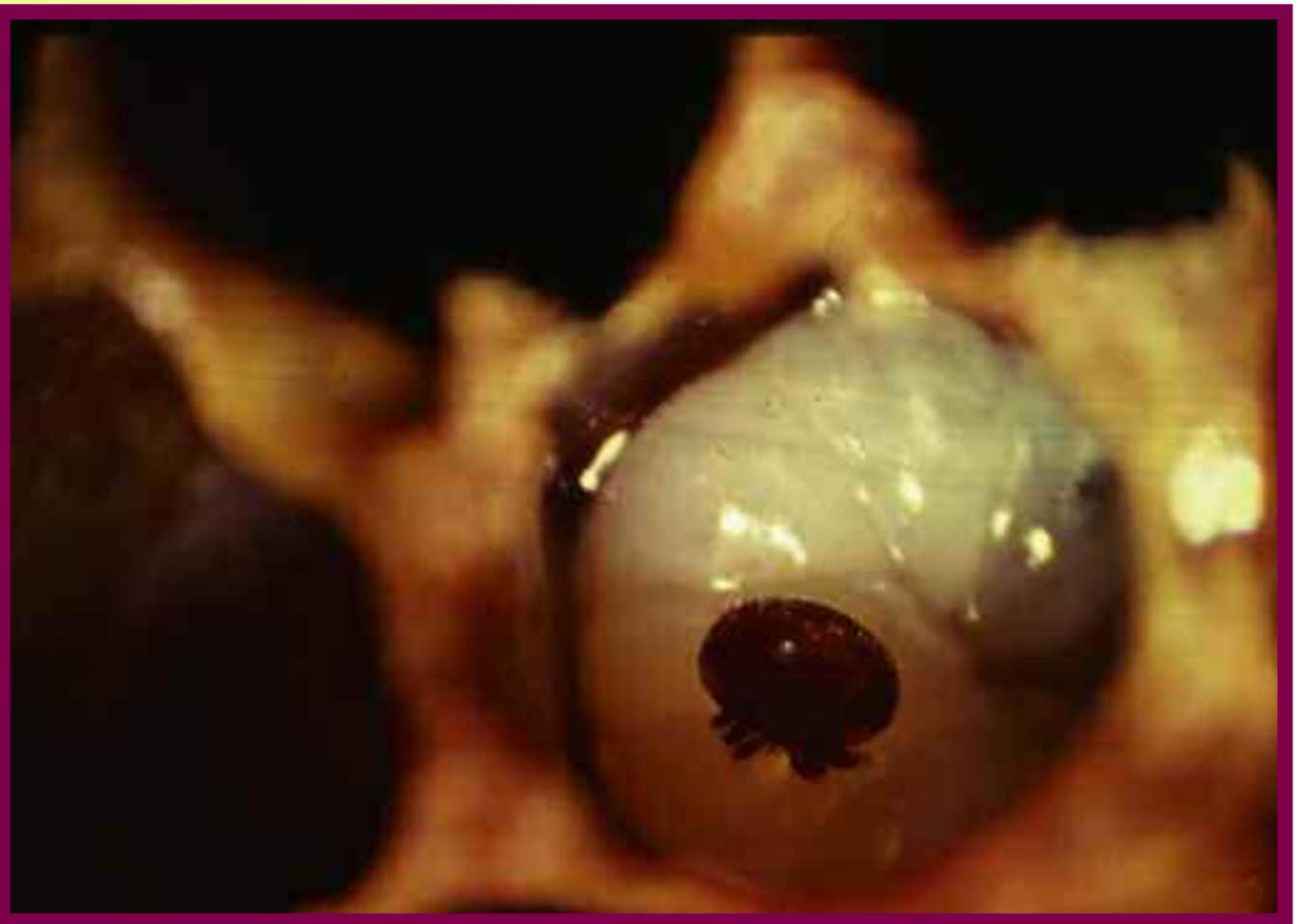
La contestación a la pregunta planteada en el párrafo anterior es que no, dedican más tiempo al cuidado de la cría de zángano que de la cría de obrera. En términos absolutos dedican 2,7 veces más tiempo en atender las celdillas de zángano que las de obrera. Una conclusión que podemos obtener de esta observación es que si las nodrizas dedican más tiempo a atender la cría de zángano, los ácaros adheridos al cuerpo de las mismas tendrán mayores oportunidades de introducirse en las celdas de los futuros zánganos.

Conocemos que el tamaño y la edad de las celdillas de cría también influyen en la decisión que toma varroa. Así mismo sabemos que celdillas pequeñas y estrechas, con una pequeña separación entre la larva y la pared, resultan más atractivas que las celdas anchas y alargadas

artificialmente. También conocemos que el tamaño relativo de la larva en relación a su distancia al borde de la celdilla es otro factor que determina la decisión final de varroa.

Resumiendo, basándonos en lo que sabemos podemos decir que diferentes compuestos aromáticos fabricados por las larvas en desarrollo o presentes en las celdillas de cría, determinan el momento en el que una varroa hembra adulta decide introducirse en una celdilla. Recordemos que los ácaros también valoran otros aspectos como la edad o el tamaño de la celda de los panales.

Calderone y Kuenen han propuesto una hipótesis para intentar explicar los mecanismos que regulan la entrada de varroa en una celdilla de cría. Según estos autores los factores físicos como el tamaño de las celdas, la distancia de la larva al borde y el tiempo que las nodrizas dedican la



cuidado de la cría serían los factores primarios que determinarían la introducción de varroa en las celdillas. En este momento entrarían en acción un segundo grupo de estímulos de tipo químico (olores) como son los compuestos aromáticos emitidos por las larvas, el olor de la comida almacenada en el fondo de la celda y el olor de los restos de mudas, que actuarían como estímulos que orientarían y retendrían al ácaro.

Los defensores de los estímulos químicos como atrayentes primarios de varroa aun no han encontrado un compuesto aromático o una mezcla de ellos que nos permita engañar a varroa. Es decir, no conocemos el "perfume" preferido por este ácaro. De todas formas son varios los grupos de investigadores que continúan trabajando en esta vía.

Cuando finalmente varroa se introduce en una celdilla de cría se desplaza al fondo de la misma y se sumerge dentro del alimento allí localizado. ¿Por qué hace esto?, pues para que no pueda ser detectada y eliminada por las obreras cuando estas revisan las celdillas antes de sellarlas.

Unas 5 horas después de que la celdilla conteniendo una abeja en desarrollo ha sido sellada, varroa comienza a alimentarse de su hemolinfa. Para poder acceder a este fluido el ácaro utiliza los quelíceros (recordemos que están

dotados de una uña) para romper la cutícula de la pupa. Normalmente la rotura se localiza en el 5º segmento de la pupa en desarrollo y esta zona recibe el nombre de "zona de alimentación".

La importancia de esta acción es vital para la hembra adulta y su futura descendencia. Cuando nazcan sus hijos tienen que alimentarse y ellos por sí mismos no son capaces de romper la cutícula de una pupa.

Aproximadamente a las 70 horas después de la operculación varroa pone su primer huevo, que normalmente no se encuentra fertilizado y dará lugar a la producción de un macho. Varroa continuará poniendo huevos con intervalos de 30 horas. El tiempo de desarrollo de los mismos será de 6,6 días en el caso de los machos y 5,8 en el de las hembras.

Conforme los descendientes van naciendo acuden a la "zona de alimentación", una vez alimentados se desplazan hacia otra zona de la celdilla denominada "lugar de acumulación fecal". Esta segunda zona también es muy importante debido a que en ella es donde están los machos esperando a sus hermanas para fecundarlas. Lo normal es que el apareamiento del macho con cada hembra sea múltiple.

Los machos son atraídos por feromonas producidos por las

varroas hembras y sabemos que las más jóvenes son más atractivas que sus hermanas de mayor edad.

Durante su vida una varroa hembra puede realizar hasta 7 ciclos reproductivos, pero por suerte esto se da sólo en laboratorio. En condiciones de campo lo normal es que las hembras realicen 2 ó 3 ciclos a lo largo de su vida.

Otra cuestión muy importante para nosotros es conocer su tasa reproductiva, es decir, el número de descendientes viables (hembras adultas fecundadas) que se producen en cada ciclo de cría. En los estudios realizados, sobre todo en colmenas localizadas en regiones con clima templado, se ha encontrado que esta tasa alcanza un valor de entre 1,3 y 1,4 en el caso de las celdillas de obrera, y de 2,2 y 2,6 en el de las de zángano.

Una cuestión final y de gran importancia biológica reside en saber si todas las hembras de varroa que se introducen en las celdillas de cría se reproducen. Sabemos que afortunadamente esto no ocurre, que hay ácaros que por algún motivo no llegan a reproducirse. Este hecho abre una vía de investigación muy interesante para nosotros.

Si varroa no consigue reproducirse hablamos de falta de éxito reproductivo y este fracaso reproductivo puede tener dos orígenes diferentes: (I) con un origen

REINA KILAMA, Sdad. Coop.

MIEL
POLEN
LAMINAS DE CERA

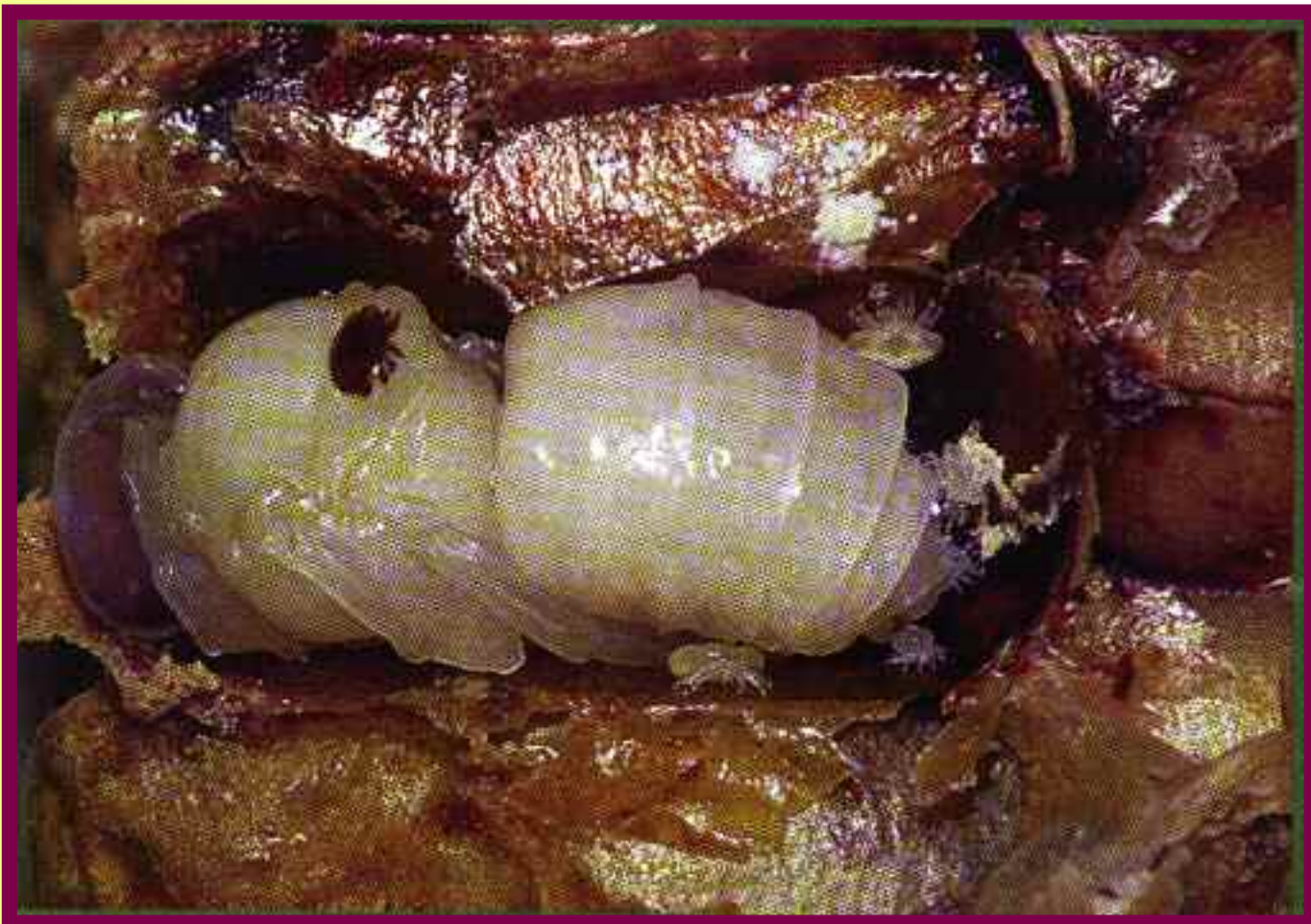
Calle Cría de Larvas s/n
17761 San Miguel de Salinas (Salamanca)
Tel: 923 41 56 62 • Fax: 923 41 56 70
www.reinakilama.es • e-mail: info@reinakilama.es

apícola junedena, s.l.

www.apijuneda.com

Asesoría en Colmenas y Tecnología • 910 400 120 41
910 400 120 42 • 910 400 120 43
www.apijuneda.com

Equipos • Alimentación • Grupos Apícolas • Equipos auxiliares •
Elementos de Extracción • Material Cría de Abejas • Biorritmómetros de cría •
Material de cría • Apicultura Apícola • Casa Educativa • Casa Zángano •
Casa Biológica • Maquinaria • Extractores • Libras



en el parásito, por ejemplo, que el ácaro no esté fecundado o que tenga problemas de tipo reproductivo, o (II) con raíz en la abeja en desarrollo, por ejemplo, que sus cualidades nutritivas no sean adecuadas para el desarrollo de varroa.

Si la falta de éxito reproductivo tiene su origen en varroa en sí misma esta, vía de investigación se vuelve menos interesante. Pero si el origen del fallo reproductivo está en algo relacionado con la abeja en desarrollo su importancia se incrementa notablemente, debido a que se abre un camino para poder seleccionar abejas en las que este ácaro tenga problemas para reproducirse.

No hay muchos trabajos que aborden esta cuestión, pero los estudios realizados apoyan la idea de que la fertilidad del parásito y su éxito reproductivo, es una

cuestión más relacionado con el hospedador (abeja) que con el parásito (varroa).

El control de la reproducción de varroa

Si de alguna forma lográsemos controlar el ciclo reproductivo de varroa podríamos ser optimistas de cara al futuro. Y aunque no llegásemos a controlar totalmente el ciclo, cualquier avance que suponga un descenso en la tasa de fertilidad o de fecundidad de varroa, sería un gran progreso en el control de esta parasitosis.

Para nosotros poder limitar la fecundidad (número de descendientes producidos en cada ciclo de cría) o la fertilidad (poderse reproducir o no poder hacerlo) sería de gran utilidad en nuestra

lucha contra este ácaro. Sabemos que estas características tienen un cierto componente ambiental y que el hospedador, las abejas, pueden condicionarlas. ¿Cómo?, aún no podemos dar una contestación cierta a esta pregunta. Lo único que podemos decir es que nosotros tenemos en nuestro colmenar de la Universidad colmenas en las que varroa muestra una baja fertilidad, es decir, tiene serios problemas para reproducirse. Además esta característica perdura en el tiempo, lo que favorece el mantenimiento de una baja tasa de parasitación en estas colonias.

Sabemos que toda la cría no tiene el mismo poder atractivo para varroa, que hay cría más y menos "apetecible" desde el punto de vista de la reproducción. Por ejemplo, conocemos que la cría de abejas europeas es

dos veces más atractiva que la cría de abejas africanizadas. ¿Por qué?, desafortunadamente aún no lo sabemos con certeza, pero los datos con los que contamos apuntan a un componente de tipo aromático (olfativo).

También la reproducción de varroa depende de la presencia de cría de abejas en las colmenas. Largos períodos de tiempo sin cría en la colonia impide su reproducción y permite que las tasas de parasitación bajen. Pero a un nivel práctico la limitación de la reproducción de las abejas no parece ser una buena opción de lucha contra el parásito.

Una característica que ha sido ampliamente estudiada desde hace tiempo es la reducción del período de operculación de las celdillas. La razón es clara, si las abejas nacen antes varroa tiene menos tiempo para reproducirse. Estudios teóricos indican que una reducción del tiempo de operculación del 10% supondría una reducción en el crecimiento de la población de los ácaros del 30%. Aunque en

teoría esta característica parece prometedora, en la práctica no lo es tanto. Los estudios realizados indican que la reducción del tiempo de desarrollo de las obreras tiene asociado un incremento en el número de ciclos de cría. En este caso el éxito reproductivo de varroa en cada ciclo de cría sería menor, pero al incrementarse el número de ciclos reproductivos de las abejas, también se incrementaría el número de ciclos reproductivos del ácaro.

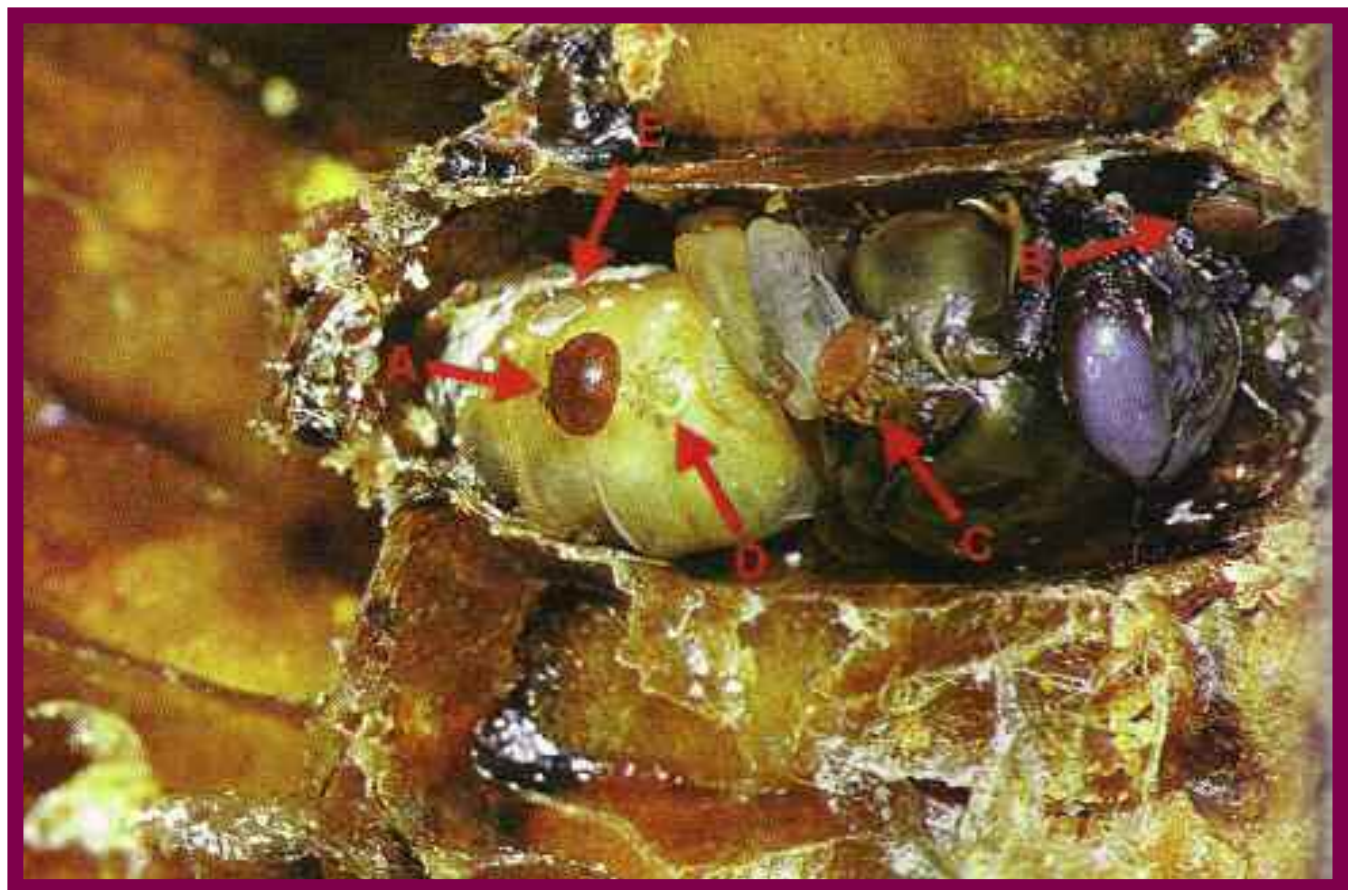
Valoración económica de la acción de varroa

Una primera cuestión muy importante. Este parásito tiene una serie de efectos directos, por ejemplo, debilitamiento de los animales al succionarles la hemolinfa. Otros son de tipo indirecto como, por ejemplo, vector trasmisor de diferentes virus. Desde el punto de vista del apicultor el daño directo de tipo económico producido por varroa es en ocasiones difícil

de cuantificar, sobre todo cuando el nivel de infestación de la colonia es bajo o moderado.

Para conocer el efecto económico real tenemos que estimar no solo el valor de los tratamientos o la posible merma en la cosecha de miel. También hay que tener en cuenta el papel de varroa en la transmisión de otros agentes patógenos (ej. virus), o su acción como agente predisponente en la aparición de otras patologías (ej. ascosferosis). Además de las pérdidas productivas anuales sabemos que este parásito reduce la longevidad de la colonia. En climas templados las colonias sin tratamiento colapsan entre 2 y 3 años después de la infestación inicial.

Un dato a modo de ejemplo: en las colmenas afectadas por varroa los zánganos parasitados tienen al nacimiento una pérdida de peso de entre el 11 y 19%, en el caso de las obreras esta pérdida se sitúa como media en el 7%. ¿Cómo valoramos económicamente esta pérdida de peso?, debe-



mos de tener en cuenta que estos animales de "bajo peso" normalmente van a presentar diferentes carencias de tipo fisiológico que van a condicionar su rendimiento y longevidad.

Otra cuestión de gran importancia y de difícil valoración económica es el efecto de varroa en relación a la invernada. Sabemos que el recambio de abejas obreras en otoño es una cuestión de vital importancia para la supervivencia de la colonia: va a determinar su comportamiento en la invernada y además va a condicionar el arranque de la misma en primavera. Aunque no contamos con resultados concluyentes, los experimentos realizados indi-

can una correlación entre la pérdida de colonias en la invernada y el nivel de infestación de varroa.

Si bien el efecto total de varroa es difícil de cuantificar desde un punto de vista económico, no hay que entregarse al pesimismo.

Para combatir varroa hemos seguido dos líneas básicas de actuación: (I) la utilización de diferentes tratamientos y (II) la búsqueda de algún tipo de tolerancia o de defensa biológica de las abejas frente al parásito.

Sobre los diferentes tratamientos disponibles y su eficacia no vamos a comentar nada ya que no son el objetivo central de este artículo, además existe una abundante

bibliografía sobre este tema.

En relación a la segunda línea de actuación tenemos que decir que aunque el panorama actual le parezca tenebroso a muchos apicultores, nosotros encontramos algunos indicios de esperanza. ¿Qué nos lleva a pensar de forma optimista?, por ejemplo, la tolerancia natural de algunas poblaciones de abejas a este patógeno (ej. abejas Primorski).

Recordemos también que las colonias de la abeja asiática *A. cerana* toleran la presencia del ácaro, además varroa sólo se reproduce en las celdillas de zángano y la población de ácaros se mantiene en unos niveles que podemos calificar como "aceptables". ●

Bibliografía

- Anderson D. L. & J. W. H. Trueman (2000). *Varroa jacobsoni* (Acari: Varroidae) is more than one species. *Experimental and Applied Acarology* 24: 165-189.
- Boecking O., E. Genersch (2008). Varroosis - the ongoing crisis in bee keeping. *Journal für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit* 3: 221-228.
- Calderone N. W., L. P. S. Kuenen (2003). Differential tending of worker and drone larvae of the honey bee, *Apis mellifera*, during the 60 hours prior to cell capping. *Apidologie* 34: 543-552.
- Dillier F. X., P. Fluri, A. Imdorf (2006). Review of the orientation behaviour in the bee parasitic mite *Varroa destructor*: Sensory equipment and cell invasion behaviour. *Revue Suisse de Zoologie* 113:857-877.
- Flores J. M., J. A. Ruiz, J. M. Ruz, F. Puerta, M. Bustos, F. Padilla, F. Campano (1995). El fenómeno de la resistencia natural a la varroasis. *Vida Apícola* 74: 44-51.
- Flores, J. M., J. A. Ruíz, J. M. Ruz, F. Puerta, M. Bustos, F. Campano, F (1999). Variability in non-reproducing rate of *Varroa jacobsoni* Oud. in colonies of *Apis mellifera iberica* in the south of Spain. . *Research and Reviews in Parasitology* 59: 121-124.
- Flores, J. M., J. A. Ruíz, J. M. Ruz, F. Puerta, M. Bustos (2001). Hygienic behaviour of *Apis mellifera iberica* against brood cells artificially infested with varroa. *Journal of Apicultural Research* 40: 29-34.
- Flores J. M., J. A. Ruíz, S. M. Alfonso (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 Veterinarias* 97: 193-196.
- Flores Serrano J. M., J. A. Jiménez Rebollo, F. Padilla Alvarez, M^a A. Palacio (2006). La falta de éxito reproductivo de *Varroa destructor* puede estar en el origen de la diferencia en la parasitación de colonias preseleccionadas por su tolerancia al parásito. VIII Congreso Iberoamericano de Apicultura. Pastrana (Guadalajara).
- Fries I., H. Hansen, A. Imdorf, P. Rosenkranz (2003). Swarming in honey bees (*Apis mellifera*) and *Varroa destructor* population development in Sweden. *Apidologie* 34: 389-397.
- Fries I., A. Imdorf, P. Rosenkranz (2006). Survival of mite infested (*Varroa destructor*) honey bee (*Apis mellifera*) colo-

nies in a nordic climate. *Apidologie* 37: 564-570.

- German Bee Monitoring Project (2008). <http://www.ag-bienenforschung.de/>.
- Harbo J. R., R. Hoopingartner (1997). Honey bee (Himenoptera: Apidae) in the United States that express resistance to *Varroa jacobsoni* (Mesostigmata: Varroidae). *Journal of Economical Entomology* 90: 893-898.
- Harbo J. R., J. W. Harris (1999). Selecting honey bees for resistance to *Varroa jacobsoni*. *Apidologie* 30: 183-196.
- Harbo J. R., J. W. Harris (2005). Suppressed mite reproduction explained by the behaviour of adult bees. *Journal of Apicultural Research* 44: 21-23.
- Harbo J. R., J. W. Harris (2009). Responses to varroa by honey bees with different levels of *Varroa Sensitive Hygiene*. *Journal of Apicultural Research* 48: 156-161.
- Kefuss J., S. Taber, J. Vanpoucke, F. Rey (2006). Selección de colmenas resistentes a *Varroa*. *Vida Apícola* 136: 18-22.
- Moretto G., L. S. Gonçalves, D. De Jong, M. Z. Bichuette (1991). The effects of climate and bee race on *Varroa jacobsoni* Oud. Infestations in Brazil. *Apidologie* 22: 197-203.
- Padilla Alvarez F. J. M. Flores Serrano, F. Campano Cabanes. (2009). Supervivencia de colonias de *Apis mellifera iberica* en un colmenar no tratado contra *Varroa destructor*. *Memorias X Simposio Iberoamericano sobre Conservación y Utilización de Recursos Zoogenéticos*. Palmira (Colombia).
- Rinderer, T. E., L. I. De Guzman, G. T. Delatte, J. A. Stelzer, V. A. Lancaster, V. Kuznetsov, L. Beaman, R. Watts, J. W. Harris (2001). Resistance to the parasitic mite *Varroa destructor* in honey bees from far-eastern Russia. *Apidologie* 32: 381-394.
- Rosenkranz P. (1999). Honey bee (*Apis mellifera*) tolerance to *Varroa jacobsoni* Oud. In South America. *Apidologie* 30: 159-172.
- Rosenkranz P., P. Aumeier, B. Ziegelmann (2009). Biology and control of *Varroa destructor*. *Journal of Invertebrate Pathology* 103: 96-119.
- Solignac M., J-M. Cornuet, D. Vautrin, Y. Le-Conte, D. Anderson, J. Evans, S. Cros-Arteil, M. Navajas (2005). The invasive Korea and Japan types of *Varroa destructor*, ectoparasitic mites of the Western honeybee (*Apis mellifera*), are two partly isolated clones. *Proceeding of Royal Society B* 272: 411-419.
- Spivak M., G. S. Reuter (1998). Honey bee hygienic behavior. *American Bee Journal* 138: 283-286.