

ASPECTOS GENERALES DE LA BIOLOGÍA DE VARROA DESTRUCTOR (ACARI: VARROIDAE) Y SITUACIÓN ACTUAL DE LA VARROOSIS EN LA PROVINCIA DE SANTA FE

GIACOBINO, A.¹; BULACIO CAGNOLO, N. V.¹; MERKE, J.¹;
ORELLANO, E.¹; SIGNORINI, M. L.^{1,2} & SALTO, C.¹

RESUMEN

La apicultura se ha convertido en los últimos años en una alternativa de producción a nivel regional. La Varroosis, enfermedad causada por el ácaro *Varroa destructor* (Anderson & Trueman) constituye la principal causa de pérdida de colmenas en la provincia de Santa Fe. Este ectoparásito afecta a las abejas melíferas (*Apis mellifera* L.) dañándolas directa e indirectamente, actuando como vector de otros patógenos dentro de la colonia. La gran capacidad de adaptación a su hospedador sumada a prácticas inadecuadas de manejo de las colmenas convirtió a la Varroosis en la principal amenaza para la actividad apícola. Este resumen es una descripción de la parasitosis, destacando su relevancia sanitaria y productiva. Se aborda, particularmente, el ciclo reproductivo de *Varroa*, la relación parásito-hospedador, los factores que afectan su dinámica poblacional y las estrategias de control que se emplean en la actualidad.

Palabras claves: *Varroa destructor*, *apis mellifera*, *Varroosis*, apicultura, manejo, Santa Fe.

SUMMARY

Overview of the biology of *Varroa destructor* (Acari: Varroidae) and Varroosis current situation in Santa Fe province (Argentina).

Beekeeping has become an alternative productive activity in the last years at regional level. Varroosis, a disease caused by the mite *Varroa destructor* (Anderson & Trueman), is the main cause of hives losses in Santa Fe province. It is an ectoparasitic honey bee (*Apis mellifera* L.) mite that produces direct and indirect damage being a vector for other pathogenic species inside the colony. The great adaptation to its host, in addition to poor hive management practices had turn Varroosis into the major threat for apiculture. This review describes the pathology, underscoring its sanitary and productive relevance. It focuses particularly in *Varroa* life cycle, host-parasite-relationship, population dynamics factors and control strategies that are currently used.

Key words: *Varroa destructor*, *Apis mellifera*, Varroosis, beekeeping, management, Santa Fe.

1.- Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria EEA Rafaela, Ruta 34 Km 227. (2300) Rafaela, provincia de Santa Fe.

2.- Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) - Inta EEA Rafaela. Tel: (03492) 440121, interno 433. Email: marcelo.signorini@gmail.com

Manuscrito recibido el 20 de abril de 2011 y aceptado para su publicación el 2 de septiembre de 2011.

INTRODUCCION

La Apicultura como sistema productivo emergente en la provincia de Santa Fe, Argentina

La apicultura en Argentina prosperó en las últimas décadas estimulada por factores que favorecieron la expansión de la actividad en nuestro país. En particular, la disminución de la producción de países tradicionalmente productores, con el consecuente aumento de precios permitió la incorporación de numerosos productores a nivel nacional (Informe de Dirección Nacional de Alimentos - SAGPyA, 2009). La producción mundial de miel es de aproximadamente 1,4 millones de toneladas anuales (FAO, 2008). América es el segundo continente productor de miel y Argentina contribuye a esa producción en un 25%, representado el 70% de la producción total de América del Sur (Cadena Apícola Santafesina, 2008).

La apicultura es una actividad económica que posiciona a Argentina entre los primeros puestos a nivel mundial, dado que nuestro país ocupa el primer lugar como exportador de miel (aportando el 20% de las exportaciones totales) y el tercero como productor (contribuyendo con el 6% de la producción mundial). Argentina exporta el 95 % de su producción debido al bajo consumo interno de miel y a la gran demanda principalmente de países de la Unión Europea. En 2010 se exportaron 57.487 toneladas de miel por un valor total de 173 millones de dólares (SENASA, 2010).

En la provincia de Santa Fe existen aproximadamente 3.735 productores apícolas con un total de 435.935 colmenas distribuidas en 19 departamentos (Cadena Apícola Santafesina, 2008). La mayoría son pequeños productores (hasta 210 colmenas), pocos son medianos (entre 211 y 500) y los menos frecuentes son los grandes produc-

tores (+de 500). La apicultura es considerada una actividad complementaria a otras actividades productivas, ya que el 72,2% de los apicultores la asumen como una actividad secundaria (ACDICAR, 2010). La provincia de Santa Fe aporta el 11% de la producción nacional, ocupando el tercer lugar entre las provincias productoras. Para la cosecha 2010-2011, de acuerdo a los registros de salas de extracción, se estima una producción promedio de 70 kg de miel/ colmena para la localidad de Ceres, 40 Kg para Rafaela, 50/60 Kg para Humboldt y 70 kg para la zona costera de la provincia. Estas cifras apoyan la idea de que esta actividad puede convertirse en un sistema productivo a mayor escala orientado tanto a aumentar la exportación como a estimular el consumo interno de miel. Ambos destinos requieren de un conjunto de decisiones/acciones que en la actualidad están organizadas dentro del Programa Apícola Provincial. Estas actividades están dirigidas a mejorar la calidad de la producción, asesorar a los productores y optimizar el control y el manejo de patologías que amenazan la salud de los apiarios. Respecto a este último punto, los esfuerzos de Servicio Nacional de Sanidad Animal (SENASA), el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) y otras instituciones están centrados en la parasitosis causada por el ácaro *Varroa destructor* (Anderson & Trueman) que constituye una de las principales causas de disminución de la producción de miel a nivel nacional (SENASA, 2007).

La influencia de *Varroa destructor* sobre la producción de miel

Varroa destructor (Acari: Varroidae) es un ectoparásito obligado de *Apis mellifera* L. (Hymenoptera: Apidae) y agente causal de Varroosis. Esta parasitosis es una de las principales causas de disminución en la producción de miel y pérdida de colmenas

(CONASA, 2002). Varroa presenta persistencia de alta parasitación en colmenas tratadas, aumenta los costos de manejo y el tiempo invertido en tratamientos poco eficaces (Flores Serrano *et al.*, 2007), representando un problema económico trascendental para el sector apícola y una de las amenazas más importantes para esta actividad. Este parásito produce en los hospedadores deformación y acortamiento de apéndices y abdomen (Marcangeli *et al.*, 1992), reducción de la vida media y pérdida de peso de las abejas emergentes (De Jong & De Jong 1983; Duay *et al.*, 2003). También actúa como vector de agentes patógenos tales como hongos, bacterias y virus. La presencia de Varroa ha sido propuesta como uno de los factores involucrados en el Síndrome de Despoblamiento de Colmenas (vanEngelsdorp *et al.*, 2009) precisamente asociado al debilitamiento que produce en el sistema inmunológico de las abejas, permitiendo la transmisión de varios virus (virus de deformación de alas, virus de la parálisis aguda, entre otros). SENASA con el apoyo de los gobiernos provinciales realizó en 2007 un relevamiento de las patologías asociadas a la apicultura y encontró que Varroa presentaba la mayor ocurrencia en todos los estudios realizados. El 74% de las muestras resultaron positivas para presencia de Varroa, con un 70% con infestaciones mayores al 1% y de éstas 46% mayores al 3%. Específicamente, para la provincia de Santa Fe se encontró 68% de muestras positivas, con niveles de infestación de entre 1 y 3% (23%) y mayores al 3% (55%) en muchos de los casos luego de la aplicación de acaricidas (Informe de la Dirección Nacional de Sanidad Animal-SENASA, 2007). Estudios realizados en la zona sur de la provincia muestran que el 100% de los productores señalan a la varroosis como la enfermedad principal de sus colmenas (Saeta *et al.*, 2008). Estos niveles elevados de infestación son altamen-

te preocupantes, no sólo porque fueron tomados a continuación del tratamiento con acaricidas, sino también porque son el resultado de la deficiencia en las prácticas de manejo, que al mismo tiempo, en la mayoría de los casos llevan a la aceleración de la aparición del fenómeno de resistencia a los acaricidas. Durante este mismo período se realizaron encuestas a los productores apícolas con el objetivo de generar información básica sobre el manejo de estos apiarios. Se encontró que el 29% de los productores aplicó preparaciones caseras para el tratamiento de la parasitosis, solo el 8% utilizó acaricidas orgánicos y casi el 70% de los productores no rotó los principios activos o directamente no los conoce. Estas falencias en la coordinación entre los apicultores en el manejo sanitario de los apiarios y la gran capacidad del ácaro de sobrevivir y reproducirse exitosamente en las colmenas hacen que en la actualidad la Varroosis sea un problema sanitario principal y consuma mucho de los recursos de los gobiernos, cooperativas apícolas e instituciones públicas.

Patología de la varroosis

Características generales de Varroa destructor y su ciclo asociado a *Apis mellifera*.

El ciclo biológico de Varroa (citado en Rosenkranz *et al.*, 2010) está dividido en dos fases: una forética (sobre la abeja adulta y succionando hemolinfa) que dura entre 4 y 14 días y otra reproductiva (dentro de la celda de cría de obreras y zánganos), que dura entre 12 y 13 días. Esta última se inicia cuando el parásito se aloja en el fondo de la celda, horas antes del inicio del operculado (quinto estadio de desarrollo larval) y comienza a alimentarse del alimento larval (Nazzi *et al.*, 2006), permaneciendo inactivo hasta que se inicia la fase de pupa de la abeja. A partir de

allí comienza el desove (aproximadamente 60 horas después del operculado de la celda de cría), el primer huevo dará origen a un macho y posteriormente con intervalos de 30 horas son puestos huevos que darán origen a hembras. La madurez sexual se alcanza en el macho 5,5/6 días y en la hembra 7,5/8 días, posteriormente la copula se produce en la celda de cría. Los machos y las fases inmaduras mueren en la celda mientras que la hembra adulta, ya fecundada sale con la abeja emergida. Si la celda parasitada es de obrera cada hembra fecundada que ingresa dará en promedio 1,6 ácaros hembras fecundadas mientras que si es de zángano, debido a la mayor duración del período de operculado, el número aumenta a 2,7 hembras hijas/hembra fundadora. Para iniciar un nuevo ciclo de reproducción, 1 a 2 ciclos en condiciones a campo (Fries & Rosenkranz, 1996), la hembra debe permanecer entre 4 y 5 días en fase forética sobre la abeja con la que emergió.

Varroa destructor presenta adaptaciones al parasitismo que le permiten un desarrollo poblacional eficaz dentro de las colonias. Selecciona hospedadores de acuerdo con la edad y/o la función de las abejas (Calderone *et al.*, 2002; Pernal *et al.*, 2005), parasitan preferentemente abejas nodrizas (mediana edad) porque las acercan a las crías y pecoreadoras (deriva, pillaje) porque les permiten infestar nuevas colonias (Bruno, 2003), o pueden propagarse durante el enjambrazón. Se asume que este reconocimiento es posible a través de la identificación de patrones de cadenas hidrocarbonadas cuticulares específicas, aunque no existe en la actualidad información que lo confirme. *Varroa* presenta tasas de infestación entre 5 y 9 veces mayor en celdas de zánganos comparadas con las celdas de obreras, principalmente porque la diferencia en el tiempo y duración del período de operculado le permite aumentar su efectividad reproductiva (Calderone & Kuenen,

2003). Existen estudios (Le conte & Arnold, 1987; Trouiller & Milani, 1999) que plantean un mecanismo de comunicación basado en el patrón de distribución de secreción de ciertos ésteres liberados por larvas del quinto estadio, que tienen un efecto de tipo feromona en las abejas (Le conte *et al.*, 2001) y desencadena el proceso de operculado, y un efecto de tipo kairomona en *Varroa* indicando el momento de invasión de las celdas de cría. Las larvas de zánganos secretan mayores cantidades de ésteres durante mayor tiempo lo que permite explicar al menos en parte la preferencia del ácaro por este tipo de celdas (Trouiller *et al.*, 1994).

Los estadios más sensibles a la Varroosis son larva y pupa (citado en Rosenkranz *et al.*, 2010). Cuando la prevalencia parasitaria es alta dentro de las celdas de cría, las abejas emergentes presentan distintos tipos de malformaciones en alas, patas y abdomen (Marcangeli *et al.*, 1992) con un promedio de vida en el estadio adulto más corto (Amdam *et al.*, 2004). Esto último ocasiona que la producción de miel y de cría se vea disminuida (Delfinado-Baker, 1988; Murilhas, 2002). Estudios recientes demostraron que las abejas pecoreadoras o forrajeras parasitadas presentan una escasa capacidad de aprendizaje no asociado, ausencias prolongadas fuera de la colonia y una reducida tasa de retorno a la mismas (Kralj & Fuchs, 2006; Kralj *et al.*, 2007) ocasionando un aumento considerable de la mortalidad de las colonias (De Jong, 1997). No obstante, el daño producido en las abejas individuales no es relevante respecto del perjuicio que ocasiona a nivel de la colmena. Para la estimación del impacto real del parásito se debe considerar la organización social de las abejas, denominada por algunos autores como "Superorganismo" (Moritz & Fuchs, 1998). Este daño es considerado como indicador de la necesidad de un tratamiento terapéutico y depende de la

estación del año y la presencia de virus asociados. El umbral de daño determinado es un parámetro de naturaleza económica y no biológica y por lo tanto se aplica en las decisiones de manejo de colmenas con fines exclusivamente de producción y rentabilidad.

Diseminación de la enfermedad. La transmisión de Varroa es horizontal (entre individuos de una misma generación) y vertical (entre parentales y descendencia). Además, en el caso de las abejas la transmisión puede ser intracolonia o intercolonia. Principalmente, la diseminación del ácaro depende de un grupo de factores relacionados al comportamiento de la abeja, como pecoreo, pillaje, enjambrazón, que a su vez están influenciados por factores genéticos y ambientales. Las prácticas de manejo de las colmenas constituyen un segundo grupo de factores que contribuyen a la transmisión horizontal de Varroa, permitiendo que se mantengan las formas más virulentas del parásito en comparación con áreas donde no se han implementado prácticas de control (Fries & Camazine, 2001). Este efecto sobre la diseminación de la enfermedad puede reducirse diseñando esquemas de manejo adecuados.

Equilibrio Parásito-hospedador. Hasta el año 2000 se creía que *V. destructor* y *V. jacobsoni* eran una sola especie que parasitaba tanto a *A. mellifera* como a *A. cerana*. Sin embargo, Anderson & Trueman (2000) determinaron que eran dos especies diferentes y que sólo dos haplotipos de *V. destructor* habrían sufrido un cambio de hospedador de *A. cerana* a *A. mellifera*, debido principalmente a la introducción de esta última en Asia aproximadamente 30 años atrás (Oldroyd, 1999). La falta de equilibrio en la relación entre el parásito *V. destructor* y su hospedador *A. mellifera* constituye la

causa de muerte de colonias en todo el mundo por Varroosis. Sin embargo, Varroa no afecta a las colonias de *A. cerana* de la misma forma que a *A. mellifera*. Para el caso de *A. cerana*, *V. jacobsoni* se considera un parásito benigno, producto de una larga historia de co-adaptación (Oldroyd, 1999). Dado que existen similitudes entre ambas especies de abejas, es probable que el tiempo permita que esto también ocurra en *A. mellifera* (Fries & Camazine, 2001). *Apis cerana* poseen una serie de mecanismos de defensa que le permiten mantener la población del ácaro dentro de los límites aceptables para no producir daño en la colonia (Ruttner & Hänel, 1992). Estos factores son: i) la reproducción exclusiva del parásito en celdas de zánganos, ii) la remoción y comportamiento higiénico efectivo por parte de las obreras (el único presente también en *A. mellifera*) y iii) *Entombing* en la cría de zánganos (cierre y refuerzo del operculado para que no pueda emerger el adulto infestado con Varroa). Las obreras de *A. cerana* tienen gran capacidad de autolimpieza (*grooming*) lo que les permite remover los parásitos de su cuerpo y de la colmena evitando que puedan infectar otras celdas (Buchler *et al.*, 1992; Fries *et al.*, 1996; Rath, 1999). Estudios independientes sugieren que las adaptaciones que llevan a la co-existencia entre ambas especies pueden ocurrir tanto en abejas como en las poblaciones de ácaros (Fries & Bommarco, 2007) y que un punto crucial en el equilibrio parásito - hospedador es la reproducción de *V. destructor* exclusivamente en celdas de zánganos (Rath, 1999).

Factores que afectan la dinámica poblacional de *V. destructor*

La parasitosis en un apiario está en función del tamaño poblacional de Varroa en las colmenas asociado a la ubicación de las mismas y la época del año, mientras que el daño

causado a la colonia dependerá en mayor medida de su fortaleza. El crecimiento de la población de parásitos depende del equilibrio entre la tasa reproducción y la tasa de mortalidad de los individuos dentro de la colmena en un momento dado. Estos dos parámetros a su vez son afectados por una serie de factores que pueden estar relacionados al hospedador, al parásito, al ambiente o una combinación de varios de ellos (Moretto *et al.*, 1991). Sin embargo, existen relaciones complejas, probablemente sinérgicas entre todos los factores que afectan a la dinámica poblacional que dificultan su análisis.

Factores asociados al Ambiente. Como primera barrera para la ocurrencia de Varroa, la temperatura restringe la distribución de su hospedador y por lo tanto también lo hace con su propia distribución (García Fernández, 1997). La temperatura y humedad son factores ambientales que limitan el crecimiento de las poblaciones del ácaro en forma directa (Harris *et al.*, 2003) mientras que la disponibilidad de polen y el flujo de néctar lo hacen indirectamente regulando la disponibilidad de celdas para su reproducción. El área de cría en colmenas ubicadas en ambientes templados varía a lo largo del año, desde muy abundante en verano hasta mínima o nula en invierno, lo que interrumpe la reproducción del parásito durante esta época. Esto no alcanza a detener el daño del ácaro porque la población de *A. mellifera* se reduce y la parasitación relativa aumenta. Las abejas invernantes, que deben sobrevivir durante aproximadamente tres meses, son más vulnerables al efecto del parásito y solo colmenas con un gran número de abejas llegan a primavera en buenas condiciones para el comienzo de la temporada productiva.

Factores asociados a *A. mellifera*. Las características genóticas y fenotípicas de

las abejas tienen gran influencia sobre la capacidad de crecimiento de las poblaciones del ácaro y prevalencia de la parasitosis. Se conoce que las abejas de razas africanizadas son más tolerantes que las abejas de razas europeas (Mondragón *et al.*, 2006) debido a ciertas características que les confiere su genotipo como la producción de celdas de menor tamaño (Maggi *et al.*, 2010a) y la reducción de la tasa reproductiva de varroa en celda de obreras (Carneiro *et al.*, 2007). La capacidad de las abejas para defenderse (mediante el comportamiento higiénico y el *grooming*), la disponibilidad de cría y el período de duración de cría operculada de las obreras son fundamentales para que el parásito pueda reproducirse (Moritz & Hänel, 1984; Dustmann, 1993). Muchas de estas características son afectadas no solo por el ecotipo o raza de abeja sino también por las condiciones ambientales, por ejemplo la poca disponibilidad de néctar aumenta el pillaje y consecuentemente la transmisión de Varroa a otras colmenas (Root, 1993). Existen además trabajos que proponen que las colmenas que son tolerantes al parásito presentan una gran proporción de hembras del ácaro no reproductivas (Martin *et al.*, 1997); sin embargo la causa y el mecanismo por el cual se reduce la fertilidad de las hembras varroa no está claro.

Factores asociados a *V. destructor*. La capacidad natural del ácaro para adaptarse y la selectividad en la parasitación de abejas con perfiles etarios y funcionales particulares, son dos características fundamentales en la dinámica poblacional de *V. destructor*. Particularmente, los parámetros de potencial reproductivo como tasa de reproducción, tasa de incremento y proporción de hembras reproductivas regulan el tamaño de sus poblaciones, siendo ellos mismos regulados por una confluencia de factores ambientales y

propios del hospedador. En general, se asume que la eficacia reproductiva del parásito está más relacionada a estos últimos que a factores intrínsecos de su raza/ecotipo, aunque se deberían realizar estudios adicionales orientados a este aspecto. La reproducción de Varroa disminuye cuando el número de parásitos por celda aumenta, lo que se identifica como componente denso-dependiente de su dinámica y permite que las poblaciones del parásito se auto-regulen. Sin embargo, no está claro si la disminución en la reproducción del ácaro se debe a una reacción propia de la competencia intraespecífica o a una respuesta inmune de las abejas (Eguaras, 1993).

Control de *V. destructor*

Las medidas de control para mantener las poblaciones de Varroa por debajo del umbral de daño económico, requieren de la implementación de diferentes estrategias. Ésto demanda la planificación de acciones de manejo de acuerdo al comportamiento anual de la enfermedad. La reproducción de Varroa tiene su pico en verano que corresponde al momento de mayor disponibilidad de cría y la máxima intensidad parasitaria en invierno cuando el número de abejas está reducido (Eguaras, 1993). El momento en que se produce mayor daño a las colonias es durante el invierno dado el estado de susceptibilidad de las abejas durante esta época del año. Las poblaciones del ácaro deben monitorearse, de lo contrario las colmenas colapsan en un término medio de dos años (Calatayud Tortosa, 2002; Bulacio-Cagnolo, Com. Pers.). El esquema de monitoreo debe diseñarse en función de la temporada productiva y en consecuencia del desarrollo de la población de *A. mellifera*. Los profesionales de INTA recomiendan realizar un muestreo al comienzo de la temporada (determinado por el flujo de néctar) y otro

luego de la cosecha de miel que permita diagnosticar la presencia de la parasitosis. En los casos donde se aplica un tratamiento, deben realizarse dos muestreos adicionales durante el tratamiento y al finalizarlo. Este esquema permite evaluar la verdadera efectividad de la aplicación del acaricida y principalmente evitar que en los casos donde el acaricida por diversos motivos no es efectivo, las colmenas comiencen el invierno con altos niveles de infestación. La toma de muestras debe realizarse siempre sobre las mismas colmenas manteniendo identificadas las muestras pertenecientes a cada cámara de cría. Para ello, se recomienda la evaluación de la prevalencia parasitaria sobre las abejas adultas mediante la técnica conocida como "prueba del frasco" (De Jong *et al.*, 1982 modificada por Marcangeli, 2000), que es una forma sencilla y rápida de registrar el porcentaje de parasitación de Varroa, aplicando la fórmula: (número de ácaros/número de abejas que componen la muestra) * 100 (INTA, 2010).

Se sugiere, en el final de la temporada productiva, tratar las colmenas cuando los porcentajes de parasitación son mayores al 3%, siempre con productos aprobados por el SENASA. A pesar que el 95% de los productores de la zona centro de la provincia de Santa Fe realizan tratamientos para Varroa, el 88% lo hace con productos aprobados, sólo el 12% hace un muestreo previo a la aplicación del acaricida y el 43% lo hace posteriormente. Únicamente productores que recibieron asesoramiento técnico realizaron muestreos post-tratamiento (50%) (ACDI-CAR, 2010). Estos resultados indican que es necesario continuar y ampliar el número de productores que conforman grupos de trabajo y reciben asesoramiento profesional. Deben asociarse esfuerzos de trabajos entre organizaciones y productores, ya que una de las principales causas de la alta prevalencia de Varroa en las colmenas de la provincia

de Santa Fe es la falta de acciones coordinadas de manejo que sean un beneficio para la región.

Los principales acaricidas de síntesis que están disponibles en el mercado son productos comerciales a base de los principios activos cumafos, flumetrina, fluvalinato y amitraz. Su uso tiene ventajas, como su fácil aplicación y bajo costo. No obstante, son persistentes en el ambiente, se acumulan en propóleos, miel y ceras (Tremolada *et al.*, 2004; Medici *et al.*, 2009a; Medici *et al.*, 2009b), constituyen un riesgo para la salud humana y con el tiempo generan resistencia (Bruno, 2003; Maggi *et al.*, 2009; Maggi *et al.*, 2010b). Muchas veces la falta de información obstaculiza el buen uso de estos compuestos, ya que al no rotarse o aplicarse de manera inapropiada se acelera el proceso de generación de resistencia.

Otro tipo de acaricidas denominados "blandos" u orgánicos constituyen una alternativa, dado que tienen bajo riesgo de persistencia y acumulación, no contaminan la miel (Bogdanov, 2006) y presentan baja probabilidad de desarrollar resistencia (Rosenkranz *et al.*, 2010). Aún en estos casos, estos productos son de efecto muy variable, su eficacia está fuertemente condicionada tanto por variables ambientales como por la dosis (Higes *et al.*, 1999; Underwood & Currie, 2003) y se ha registrado en algunos casos la presencia de estos compuestos en los órganos internos de las abejas (Nozal *et al.*, 2003; Martín-Hernández *et al.*, 2007). Los más utilizados son el ácido oxálico, el ácido fórmico y el timol. Se han realizado ensayos para determinar el efecto varroocida del timol para Rafaela (región centro-oeste de la provincia de Santa Fe), donde se obtuvo un 80 % de eficacia en amplitudes térmicas de 10 °C, con mínimos y máximos aproximados de 10 y 34 °C respectivamente (Bulacio Cagnolo *et al.*, 2010). Con relación a los otros

acaricidas orgánicos nombrados anteriormente, se observaron eficacias superiores al 66% en diferentes regiones de la provincia (Bulacio Cagnolo, Com. Pers.).

En cuanto a alternativas a tratamientos, INTA (EEA Rafaela y Balcarce) desarrolla líneas de investigación relacionadas al estudio de la tolerancia a *Varroa* de colmenas determinada por características genéticas de *A. mellifera*. Se ha observado que algunas de las colmenas seleccionadas se han conservado durante 4 inviernos con bajos niveles de parasitación sin requerir de control con acaricidas (Merke, Com. Pers.). En un principio la selección de tolerancia estaba asociada a colmenas con reproducción del ácaro reducida o SMR por su sigla en inglés (*suppressed mite reproduction*). Luego se advirtió que en realidad, la mayor tolerancia a *Varroa* está dada por un comportamiento defensivo de las abejas más que por la capacidad reproductiva del ácaro. Este comportamiento consiste en la remoción de cría que se encuentra en celdas donde el parásito se está reproduciendo y la línea seleccionada se denomina VHS (*Varroa Sensitive Hygiene*) (Bee doc, 2010).

Debido a la problemática emergente de esta parasitosis, se presenta como desafío la implementación de un manejo integrado de plagas (MIP), donde el monitoreo a campo de las poblaciones de ácaros, la rotación de productos acaricidas, la incorporación de moléculas orgánicas y la implementación de técnicas de manejo, adquieren un nuevo protagonismo para mantener las poblaciones por debajo del umbral de daño económico. En este contexto, un sistema de vigilancia epidemiológica para *Varroa destructor* constituye el objetivo final de una serie de ensayos orientados a desarrollar un esquema de monitoreo y acción sistemática que establezca una solución a largo plazo para el problema de la Varroosis.

Hacia un MIP en la provincia

El grupo de trabajo de apicultura de EEA INTA Rafaela es parte del Programa Nacional Apícola del INTA (PROAPI) desde el 2003 y del Proyecto Regional Apícola desde su inicio en el año 2006. Son tres las líneas de investigación priorizadas sobre Varroa: a) ecología de la enfermedad y el manejo orgánico para su tratamiento, b) selección de poblaciones de abejas tolerantes a Varroa y c) estudio de los factores de riesgo que modifican la presentación de la enfermedad como base para el diseño de una estrategia de control a nivel provincial.

Las primeras investigaciones realizadas permitieron establecer que *V. destructor* impacta negativamente sobre las colmenas, reduciendo significativamente la población de abejas y la producción de miel (aproximadamente un 43% menor con respecto a apiarios sin la enfermedad). Dado lo anterior, las siguientes investigaciones se centraron en desarrollar un marco teórico para la implementación del manejo integrado de la enfermedad a partir de estudios para la zona centro oeste de la provincia de Santa Fe. Se determinó la dinámica poblacional de *A. mellifera*, con especial énfasis en el momento y la duración del período de reducción de cría, que coincide con niveles de prevalencia de Varroosis críticos a mediados de abril, a fines de julio y comienzo de agosto. El posterior crecimiento de la población fue asociado con la época de mayor flujo de néctar, el cual inicia a mediados de agosto - principios de septiembre y disminuye a partir de febrero. Una alta proporción de las colonias que presentan prevalencias en estado forético mayores del 3% a fines de marzo, morirán durante los meses siguientes a menos que se les aplique algún tratamiento acaricida. Lo anterior destaca la importancia de efectuar el monitoreo de la prevalencia de Varroa destructor previo al inicio de la

invernada, lo que aporta la información necesaria para la apropiada toma de decisiones. En este sentido, con base en los resultados obtenidos por el grupo, un buen estimador para determinar el grado de infestación en las colonias es la prevalencia parasitaria en abejas adultas tomada sobre tres cuadros con cría, la cual es además una técnica factible de ser implementada por los productores apícolas.

El grupo de trabajo realizó estudios tendientes a fundamentar las decisiones de manejo, evaluando la eficacia del control de la parasitosis con moléculas orgánicas y determinando la efectividad a campo de acaricidas de síntesis. Para la provincia de Santa Fe, el timol, el ácido oxálico y el fórmico pueden considerarse productos orgánicos eficaces para el control de la Varroosis en el marco de un Manejo Integrado de Plagas (MIP) (Bulacio Cagnolo *et al.*, 2010).

La línea de investigación dirigida a seleccionar colonias tolerantes, encontró que existen diferencias en la prevalencia de Varroa en abejas adultas entre diferentes ecotipos, lo cual estableció un punto de partida para desarrollar estudios de tolerancia con base en el origen geográfico de distintas poblaciones de *A. mellifera*. Se observó que en determinadas colmenas el parásito presenta menor tasa de incremento y de reproducción y se observó un aumento de la descendencia no viable. De acuerdo con los resultados, en esas colmenas seleccionadas el comportamiento higiénico de las abejas fue un factor importante pero no determinante de la tolerancia (Merke, Com.Pers).

Debido a la problemática emergente de esta parasitosis, se presenta como desafío la implementación de un manejo integrado de plagas (MIP), donde el monitoreo a campo de las poblaciones de ácaros, la rotación de productos acaricidas, la incorporación de moléculas orgánicas y la implementación de

técnicas de manejo, adquieren un nuevo protagonismo para mantener las poblaciones por debajo del umbral de daño económico. En este contexto, surge un nuevo objetivo de trabajo, dirigido al desarrollo de un sistema de vigilancia epidemiológica para *Varroa destructor*. Estos sistemas requieren, como paso previo a su diseño, conocer los factores de riesgo que modifican la presencia de la enfermedad en las poblaciones de abejas. Consecuentemente, se están estudiando aquellos factores (relacionados con el manejo de los apiarios, la dinámica poblacional del parásito, los diferentes ambientes en los cuales se desarrolla la apicultura, entre otros) que impactan sobre la prevalencia del parásito. Una vez detectados los mismos será posible diseñar una estrategia integral a nivel provincial dirigida a controlar la enfermedad y los daños productivos y económicos que genera.

BIBLIOGRAFÍA

- ACDICAR. 2010. Revisión de Colmenas. Período otoño 2010. Asociación Civil para el Desarrollo y la Innovación Agencia Rafaela, pp. 41.
- AMDAM, G.V.; K. HARTFELDER; K. NORBERG; A. HAGEN & S.W. OMHOLT. 2004. Altered physiology in worker honey bees (Hymenoptera: Apidae) infested with the mite *Varroa destructor* (Acari: Varroidae): a factor in colony loss during overwintering?. *J. Econ. Entomol.* 97(3): 741-747.
- ANDERSON, D.L. & TRUEMAN, J.W.H. 2000. *Varroa jacobsoni* (Acari: Varroidae) is more than one species. *Exp. Appl. Acarol.* 24: 165-189.
- BEE DOC. 2010. M 6.1 Protocol for evaluation of tolerance traits. Online: <http://www.coloss.org/documents/M6.1%20tolerance%20protocol-1.pdf> (Consultado en Abril 2011).
- BOGDANOV, S. 2006. Contaminants of bee products. *Apidologie* 37: 1-18.
- BRUNO, S.B. 2003. "Enfermedades de las abejas. Nociones prácticas." Ed. Ciencias y abejas. Buenos Aires. 104 pp.
- BUCHLER, R.; W. DRESCHER & I. TOURNIER. 1992. Grooming behavior of *Apis cerana*, *Apis mellifera* and *Apis dorsata*, reacting to *Varroa jacobsoni* and *Tropilaelaps clareae*. *Exp Appl. Acarol.* 16: 313-319.
- BULACIO CAGNOLO, N.; M. BASUALDO & M. EGUARAS. 2010. Actividad varroocida del timol en colonias de *Apis mellifera* L. de la provincia de Santa Fe. *In Vet* 12 (1):85-90
- CADENA APICOLA SANTAFESINA. 2008. Online: <http://www.santafe.gov.ar/index.php/web/Estructura-de-Gobierno/Ministerios/Produccion/Informacion-General/Planes-Estrategicos-de-las-Cadenas-de-Valor> (Consultado en Marzo 2011).
- CALATAYUD TORTOSA, F. 2002. La Varroosis de las abejas: nuevos conocimientos y su aplicación práctica. <http://www.culturaapicola.com.ar/apuntes/sanidad/varroa/varroosis.pdf> (consultado setiembre 2009).
- CALDERONE, N.W.; S. LIN & L.P.S. KUENEN. 2002. Differential infestation of honey bee, *Apis mellifera*, worker and queen brood by the parasitic mite *Varroa destructor*. *Apidologie* 33: 389-398.
- 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.
- CARNEIRO, F.E.; R.R. TORRES; R. STRAPAZZON; S.A. RAMIREZ; J.C.V. GUERRA; D.F. KOLING & G.

- MORETTO**, 2007. Changes in reproductive ability of the mite *Varroa destructor* (Anderson and Trueman) in Africanized honey bees (*Apis mellifera* L.) (Hymenoptera: Apidae) colonies in southern Brazil. *Neo. Entomol.* 36(6): 949-952.
- CONASA**, 2002. Recomendaciones para el control de Varroa. Online: <http://www.apinetla.com.ar/ar/sanidad/conasa.htm> (Consultado en Marzo 2011).
- DE JONG, D.; R.A. MORSE & G.C. EICKWORT**, 1982. Mite pests of honey bees. *Ann. Rev. Entomol.* 27: 229-252.
- DE JONG, D. & P. DE JONG**, 1983. Longevity of Africanized Honey bees (Hymenoptera: Apidae) infested by *Varroa jacobsoni* (Parasitiformes: Varroidae). *J. Econ. Entomol.* 76: 766-768.
- DE JONG, D.** 1997. Mites: Varroa and other parasites of brood. In: Honey bee pests, predators and diseases. Morse R.A. and Flottum, K. (Eds.) USA. pp 279-327.
- DELFINADO-BAKER, M.** 1988. The tracheal mite of honey bees: a crisis in beekeeping. in: Needham G., Page R., Delfinado-Baker M., Bowman C. (Eds.). Africanized honey bees and bee mites. Halsted Press, Chichester, England. pp. 493-497
- DUAY, P.; D. DE JONG & W. ENGELS**, 2003. Weight loss in drone pupae (*Apis mellifera*) multiply infested by *Varroa destructor* mites. *Apidologie* 34: 61-65.
- DUSTMANN, J. H.** 1993. Natural defense mechanisms of a Honey bee colony against diseases and parasites. *Am Bee J.* 133: 431-4.
- EGUARAS, M.** 1993. Variaciones estacionales en la reproducción de *Varroa jacobsoni* en las colonias de *Apis mellifera*. Tesis doctoral. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales- Universidad Nacional de Mar del Plata. 128 pp.
- FAO**, 2008. Food and Agricultural organization. Online: <http://www.fao.org/countryprofiles/index.asp?iso3=ARG> (Consultado en Marzo 2011).
- FLORES SERRANO, J.M.; F. PADILLA ÁLVAREZ & A. PÉREZ RUÍZ**, 2007. Aspectos aplicados del ciclo biológico de Varroa y de su dinámica estacional. *El colmenar* 88: 18-27.
- FRIES, I. & P. ROSENKRANZ**, 1996. Number of reproductive cycles of *Varroa jacobsoni* in Honey-bee (*Apis mellifera*) colonies. *Exp. Appl. Acarol.* 20: 103-112.
- FRIES, I.; W. HUAZHEN; S. WEI & C.S. JIN**, 1996. Grooming behavior and damage mites (*Varroa jacobsoni*) in *Apis cerana cerana* and *Apis mellifera ligustica*. *Apidologie* 27: 3-11.
- FRIES, I. & S. CAMAZINE**, 2001. Implications of horizontal transmission for honey bee epidemiology. *Apidologie* 32: 199-214.
- FRIES, I. & R. BOMMARCO**, 2007. Possible host-parasite adaptations in honey bees infested by *Varroa destructor* mites. *Apidologie* 38:525-533.
- GARCÍA FERNÁNDEZ, P.** 1997. In The varroosis in the Mediterranean region. Cahiers Options Méditerranéennes, CIHEAM-IAMZ. Zaragoza.
- HARRIS, J.W.; J. R. HARBO; J. D. VILLA & R.G. DANKA**, 2003. Variable population growth of *Varroa destructor* (Mesostigmata: Varroidae) in colonies of honey bee (hymenoptera: Apidae) during a 10-year period. *Environ. Entomol.* 32(6): 1305-1312.
- HIGES, M.; A. MEANA; M. SUÁREZ & J. LLORENTE**, 1999. Negative long-term effects on bee colonies treated with oxalic acid against *Varroa jacobsoni* Oud. *Apidologie* 30 (4): 289-292.
- INTA**, 2010. Folleto de difusión técnica: Varroa (Final de temporada). Online: www.inta.gov.ar. (Consultado en Marzo 2011).
- KRALJ, J. & S. FUCHS**, 2006. Parasitic *Varroa destructor* mites influence flight duration and homing ability of infested *Apis mellifera* foragers. *Apidologie* 37: 577-587.
- KRALJ, J.; A. BROCKMANN; S. FUCHS &**

- J. TAUTZ. 2007. The parasitic mite *Varroa destructor* affects non-associative learning in honey bee foragers. *Apis mellifera* L. J. Comp. Physiol. 193: 363-370.
- LE CONTE, Y. & G. ARNOLD. 1987. Influence de l'âge des abeilles (*Apis mellifera* L.) et de la chaleur sur le comportement de *Varroa jacobsoni* Oud. *Apidologie* 18 (4): 305-320.
- LE CONTE, Y.; A. MOHAMMEDI & G.E. ROBINSON. 2001. Primer effects of a brood pheromone on honey-bee behavioural development. *Proc. Biol. Sci.* 268: 163-168.
- MAGGI, M.D.; S.R. RUFFINENGO; N. DAMIANI; N.H SARDELLA & M. J. EGUARAS. 2009. First detection of *Varroa destructor* resistance to coumaphos in Argentina. *Exp. Appl. Acarol.* 47: 317-320
- MAGGI, M.D.; N. DAMIANI; S. RUFFINENGO; D. DE JONG; J. PRINCIPAL & M. EGUARAS. 2010a. Brood cell size of *Apis mellifera* modifies the reproductive behavior of *Varroa destructor*. *Exp. Appl. Acarol.* 50: 269-279.
- MAGGI, M.D.; S.R. RUFFINENGO; P. NEGRI & M.J. EGUARAS. 2010b. Resistance phenomena to amitraz from populations of the ectoparasitic mite *Varroa destructor* of Argentina. *Parasitol. Res.* 107: 1189-1192.
- MARCANGELI, J.; L. MONETTI & N. FERNÁNDEZ. 1992. Malformations produced by *Varroa jacobsoni* on *Apis mellifera* in the province of Buenos Aires, Argentina. *Apidologie* 23: 399-402.
- MARCANGELI, J. A. 2000. Aplicación de una nueva técnica para determinar los niveles de infección de *Varroa jacobsoni* en colmenas de *Apis mellifera*. *Natura Neotropicalis*. 31 (1-2): 81-85.
- MARTIN, S.; K. HOLLAND & M. MURRAY. 1997. Non-reproduction in the honeybee mite *Varroa jacobsoni*. *Exp. Appl. Acarol* 21: 539-549.
- MARTÍN-HERNÁNDEZ, R.; M. HIGES; J.L. PÉREZ; M.J. NOZAL; L. GÓMEZ & A. MEANA. 2007. Short term negative effect of oxalic acid in *Apis mellifera* iberiensis. *Span. J. Agric. Res.* 5(4):474-480.
- MEDICI, S.K.; E.G. SARLO; J.C. MARIOLI & M.J. EGUARAS. 2009a. Determinación de la contaminación por antibióticos en mieles de la Provincia de Buenos Aires durante el período 2007-2008. 31º Congreso Argentino de Producción Animal.
- MEDICI, S.K.; E.G. SARLO; J.C. MARIOLI & M.J. EGUARAS. 2009b. Presencia de parafinas y grasas en ceras de recupero y estampadas comerciales de la Argentina. 31º Congreso Argentino de Producción Animal.
- MONDRAGÓN, L.; S. MARTIN & R. VANDAME. 2006. Mortality of mite offspring: a major component of *Varroa destructor* resistance in a population of Africanized bees. *Apidologie* 37: 67-74.
- 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.
- MORITZ, R. F. A. & H. HÄNEL. 1984. Restricted development of the parasitic mite *Varroa jacobsoni* Oud. in the Cape honeybee *Apis mellifera capensis* Esch.. *Zeitschrift für Angewandte Entomologie*. 97: 91-95. doi: 10.1111/j.1439-0418.1984.tb03719.x.
- MORITZ, R.F.A & S. FUCHS. 1998. Organization of honey bee colonies: characteristics and consequences of a superorganism concept. *Apidologie* 29: 7-21.
- MURILHAS, A. M. 2002. *Varroa destructor* infestation impact on *Apis mellifera carnica* capped worker brood production, bee population and honey storage in a Mediterranean climate. *Apidologie* 33: 271-281.
- NAZZI, F.; N. MILANI & G. DELLA VEDOVA. 2006. Atracción de *Varroa destructor* por las celdas de cría, sobre la base de las señales emitidas por el alimento larval. Comisión

- permanente de Patología apícola. Online: http://www.culturaapicola.com.ar/apuntes/sanidad/54_atraccion_varroa_destructor_alimento_larval.pdf (Consultado en Abril 2011).
- NOZAL, M. J.; J. L. BERNAL; L. A. GÓMEZ; M. HIGES & A. MEANA.** 2003. Determination of oxalic acid and other organic acids in honey and in some anatomic structures of bee. *Apidologie* 34: 181-188.
- OLDROYD, B. P.** 1999. Co-evolution while you wait: *Varroa jacobsoni*, a new parasite of western honeybees. *Trends Ecol. Evol.* 14(8): 312-315.
- PERNAL, S. F.; D. S. BAIRD; A. L. BIRNINGHAM; H. A. HIGO; K. N. SLESSOR & M. L. WINSTON.** 2005. Semiochemicals influencing the host-finding behavior of *Varroa destructor*. *Exp. Appl. Acarol.* 37: 1-26.
- RATH, W.** 1999. Co-adaptation of *Apis cerana* Fabr. and *Varroa jacobsoni* Oud. *Apidologie* 30: 97-110.
- ROOT, A. I.** 1993. ABC de la apicultura. Hemisferio Sur (Eds.), Buenos Aires, Argentina. Pp 723.
- ROSENKRANZ, P.; P. AUMEIER & B. ZIEGELMANN.** 2010. Biology and control of *Varroa destructor*. *J. Inver. Pathol.* 103:96-119.
- RUTTNER, F. & H. HANEL.** 1992. Active defense against Varroa mites in a Carniolan strain of Honeybee (*Apis mellifera carnica* Pollmann). *Apidologie* 23:173-187.
- SAETA, J. M.; L. G. BULACIO; S. L. GIULIANI & M. S. PANELO.** 2008. Revista Agromensajes de la Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Rosario. Online: <http://www.fcagr.unr.edu.ar/Extension/Agromensajes/24/8AM24.htm>
- SAGPYA.** 2009. Informe de la Dirección Nacional de Alimentos. Online: http://www.minagri.gob.ar/SAGPYA/economias_regionales_apicultura/index.php (Consultado en Marzo 2011).
- SENASA.** 2007. Situación actual de Varroosis. Online: <http://www.senasa.gov.ar/Archivos/File/File3824-varroosis-aituacion-actual-argentina.pdf>. (Consultado en Marzo 2011)
- SENASA.** 2010. Estadísticas de Comercio exterior: exportaciones 2010. Online: <http://www.senasa.gov.ar/estadistica.php> (Consultado en Marzo 2011).
- TREMOLADA, P.; I. BERNARDINELLI; M. COLOMBO; M. SPREAFICO & M. VIGHI.** 2004. Coumaphos distribution in the hive ecosystem: case study for modeling applications. *Ecotox.* 13: 589-601.
- TROUILLER, J.; G. ARNOLD; B. CHAPPE; Y. LE CONTE; A. BILLION & C. MASSON.** 1994. The kairomonal esters attractive to the Varroa jacobsoni mite in the queen brood. *Apidologie* 25: 314-321.
- TROUILLER, J. & N. MILANI.** 1999. Stimulation of *Varroa jacobsoni* Oud. oviposition with semiochemicals form honey bee brood. *Apidologie* 30: 3-12.
- UNDERWOOD, R. M. & R. W. CURRIE.** 2003. The effects of temperature and dose of formic acid on treatment efficacy against *Varroa destructor* (Acari: Varroidae), a parasite of *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae). *Exp. Appl. Acarol.* 29: 303-313.
- VANENGELSDORP D.; J. D. EVANS; C. SAEGERMAN; C. MULLIN; E. HAU-BRUGE *et al.*** 2009. Colony Collapse Disorder: A descriptive study. *PLoS ONE* 4 (8): e6481. doi:10.1371/journal.pone.0006481.