



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE MEDICINA VETARINARIA
Y ZOOTECNIA

VARROOSIS Y ACARIOSIS EN ABEJAS MELÍFERAS
(*Apis mellifera* L.)
EN MÉXICO: ESTUDIO RECAPITULATIVO

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

PRESENTA

MA. OTILIA VILLARRUEL GUTIERREZ

ASESORES:

MVZ. Dra. IRENE CRUZ MENDOZA

MVZ. M en C. ANGELICA G. GRIS VALLE

MEXICO, D.F. 2015



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

ÍNDICE

1. Resumen.....	2
2. Objetivo.....	3
3. Introducción.....	3
4. Procedimiento.....	6
5. Importancia de la apicultura en México.....	8
6. Clasificación de la abeja melífera (<i>Apis mellifera</i> L.).....	10
7. Ciclo biológico de la abeja melífera (<i>Apis mellifera</i> L.)	12
8. Enfermedades más comunes que atacan a la abeja adulta y a su cría	15
9. Enfermedades parasitarias de la abeja <i>Apis mellifera</i> L.	17
9.1 Varroosis: a) etiología, b) morfología, c) ciclo biológico d) epizootiología, e) patogenia, f) signos clínicos, g) diagnóstico, h) control y tratamiento	
9.2 Acariosis traqueal: a) etiología, b) morfología, c) ciclo biológico, d) epizootiología, e) patogenia, f) signos clínicos, g) diagnóstico, h) control y tratamiento	
10. Importancia económica.....	63
11. Conclusiones.....	65
12. Bibliografía.....	68

1. RESUMEN

VILLARRUEL GUTIERREZ MARIA OTILIA. Varroosis y Acariosis en abejas melíferas (*Apis mellífera* L.) en México: Estudio Recapitulativo (bajo la dirección de: Dra. Irene Cruz Mendoza y MVZ. M en C. Angelica G. Gris Valle).

El objetivo de este estudio recapitulativo es compilar, organizar y analizar la información de los últimos diez años, relevante a la literatura nacional e internacional, sobre varroosis y acariosis, tomando en cuenta que estas parasitosis tienen gran repercusión económica en la apicultura de nuestro país y que la información existente sobre estas parasitosis es muy basta y diversa.

En México, se ha demostrado que estas parasitosis pueden ocasionar pérdidas de más del 60% en producción de miel. Es un problema sanitario para la apicultura en México ya que esta actividad es de gran importancia en el sector agropecuario, a pesar de los esfuerzos y recursos que se invierten se ha convertido en una seria amenaza para su desarrollo. Las abejas sufren de diversas enfermedades causadas por virus, bacterias y parásitos. En el caso de los parásitos como varroosis y acariosis, tienen un efecto nocivo en el desarrollo y productividad de las colonias. En las parasitosis, las pérdidas económicas suelen ser considerables, ya que los daños provocados van desde una reducción en la producción de la miel, hasta la pérdida total de la colonia. Se hace difícil el control contra varroa ya que este parásito, afecta al mismo tiempo a la cría y a las abejas adultas, su metamorfosis es más corta que la de la abeja, y los ácaros desarrollan resistencia a los tratamientos químicos rápidamente, ya que hay un uso indiscriminado por parte de los productores.

En la actualidad la apicultura en nuestro país es de gran importancia social, económica, y ecológica, es por esto que es fuente captadora de divisas ya que aproximadamente 500,000 personas se benefician directamente.

2. OBJETIVO

Por lo anterior el objetivo de este estudio recapitulativo es compilar, organizar y analizar la información de los últimos diez años, relevante a la literatura nacional e internacional, sobre varroosis y acariosis, tomando en cuenta que estas parasitosis tienen gran repercusión económica en la apicultura de nuestro país y que la información existente sobre estas enfermedades es muy basta y diversa.

3. INTRODUCCIÓN

México cuenta con un inventario de 1.8 millones de colmenas, trabajadas por 41 mil apicultores, la mayoría de ellos ubicados en zonas marginales^{9, 12}. Si bien la polinización no es un producto de la colmena, esta queda como principal actividad de las abejas, ya que con la polinización se obtiene 10 veces más que el valor en la producción de miel; quedando como actividad secundaria^{9,10}.

Debido a que la apicultura en nuestro país es un negocio productivo y rentable, ya que México se encuentra en el cuarto lugar mundial en producción y el quinto lugar como exportador de miel, la apicultura de hoy en día requiere de tecnología para lograr competitividad en comercialización de los productos,

debido a que si la colmena se encuentra enferma por acariosis traqueal o varroosis se tendrá una pérdida de hasta el 80%^{9,11,73}.

Por ello es necesario que el apicultor aprenda a reconocer estas enfermedades de las abejas, especialmente la que afectan a la cría, ya que de no tratarse a tiempo las pérdidas económicas pueden resultar cuantiosas¹.

Desde la década de los 80 en México, la acariosis se ha presentado como un problema serio que ha ocasionado estas fuertes pérdidas económicas para los apicultores ⁶. En la década de los 90 aparece la varroosis como uno de los principales problemas sanitarios en nuestro país y en el mundo, a pesar de los esfuerzos y recursos que se invierten ⁸. La falta de diagnóstico y tratamiento de las enfermedades se relaciona con la pérdida de abejas, y resistencia del parásito a los tratamientos. Lo cual repercute directamente sobre la productividad de la colonia ⁸.

Para contrarrestar los efectos negativos de las parasitosis, diversos productos químicos han sido utilizados para su control, los cuales no son 100% efectivos, y representan el riesgo de contaminar miel y cera. Por lo anterior, es importante recabar la información de estas enfermedades identificando si hay un diagnóstico de ellas en el país, la repercusión económica que puede llegar a ocasionar, así como identificar que los tratamientos que han sido empleados y cuáles de ellos son recomendables usar para no deteriorar la calidad del producto y finalmente conocer las nuevas opciones para el tratamiento ^{1,3}.

Para tratar las enfermedades parasitarias de las abejas, es importante conocer el agente etiológico que la origina, así como el desarrollo de la enfermedad².

La acariosis traqueal es una parasitosis interna causada por *Acarapis woodi*, fue detectada por primera vez por Rennie (1921) en la isla de Wight, en el Reino Unido en 1900 y en la actualidad se encuentra difundida por todo el mundo. En México, el primer reporte, fue hecho por Wilson y Nunamaker en 1980 en el estado de Jalisco^{5, 7, 13}.

Acarapis woodi pertenece a la clase de los arácnidos y al orden de los ácaros, afecta a las tres castas de la abeja melífera. El ácaro parasita el sistema traqueal^{6, 5}, penetrando la tráquea de la abeja que todavía no ha cumplido el décimo día de vida^{5, 18}.

La parasitosis puede avanzar considerablemente antes de que sus signos se pongan de manifiesto, la incapacidad para volar y la forma de arrastrarse constituyen los signos más evidentes^{7, 18}.

Las ninfas y ácaros adultos, se alimentan de la hemolinfa de la abeja (el equivalente a la sangre de los mamíferos), misma que succiona de las paredes de las tráqueas, lo que origina lesiones queratinizadas y melanización que se consideran patognomónicas (típicas). Altos niveles de infestación, se hacen más aparentes después de largos periodos de confinamiento de las abejas dentro de su colmena, esto se debe a que el contacto entre las abejas es más estrecho^{6, 7}.

Otra de las enfermedades que más daña a las abejas es la varroosis, es una parasitosis externa, originalmente se creía que era *Varroa jacobsoni*, fue detectado por primera vez por Oudemans en la isla de Java en 1904. En este lugar el parásito convivía con *Apis cerana*, a la que al menos aparentemente no

causaba graves daños. En el año 2000 Anderson y Trueman la reclasifican como *Varroa destructor*, mediante un estudio de variaciones genotípicas, fenotípicas y reproductivas; el primer reporte del ácaro en México se presentó en mayo de 1992 en un apiario del estado de Veracruz^{4,6,14,16,17}.

La varroa se puede identificar a simple vista, parásito artrópodo perteneciente a la clase de los arácnidos y al orden de los ácaros afecta las tres castas de las abejas, tiene predilección por la cría de zángano^{5,6}. El ácaro se alimenta de la hemolinfa en las abejas adultas, sobre las cuales se fija, introduciéndose entre los segmentos abdominales⁷.

4. PROCEDIMIENTO

Para la revisión de la literatura se llevó a cabo la búsqueda por internet y en el banco de información de la biblioteca de la FMVZ (Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia) de la UNAM (Universidad Nacional Autónoma de México).

Estas bases de datos cuentan con revistas científicas de circulación nacional e internacional, la selección de la información se llevó a cabo, analizando y clasificando cada uno de los artículos obtenidos, el trabajo final fue dividido en capítulos.

En necesario destacar que la revisión comprendió los artículos existentes en el periodo comprendido entre 2001-2011, dando énfasis en las tesis presentadas en los últimos 10 años.

Además, en la biblioteca de la FMVZ de la UNAM, se llevó a cabo una revisión de libros, tesis de licenciatura que tuvieran alguna relación directa con el tema, para ello se utilizó el sistema computarizado propio de la biblioteca.

A continuación se mencionan libros, revistas, tesis, boletines, manuales y memorias que fueron consultadas para análisis en el presente estudio, se revisaron 11 tesis de licenciatura sobre ciclo biológico, diagnóstico y control, así como 10 libros sobre ciclo biológico, tratamiento, control y diagnóstico, en donde también mencionan otras enfermedades de las abejas, 15 revistas sobre la importancia económica de la apicultura, comportamiento higiénico, tratamientos, control biológico y químico; entre estas revistas se encuentran: Claridades agropecuarias, Ciencias Pecuarias, Veterinaria México, Entomología Argentina, Agricultura técnica, Agro Ciencia, Rev. *Entomology Society of America*, *Experimental and Applied Acarology*, Técnica Pecuaria México, Rev. Salud Animal, -Agro Sur, Rev. Científica de América Latina, Vet Zacatecas, Rev. Peruana de Entomología.

Memorias de congresos que tuvieran tratamientos, diagnósticos y ciclo biológico; 3 manuales y boletines apícolas sobre enfermedades de las abejas, tratamientos, control y diagnóstico.

5. IMPORTANCIA DE LA APICULTURA EN MÉXICO

En México, la actividad apícola data de la época anterior a la llegada de los españoles, con la producción de la abeja melipona (sin aguijón). La introducción, por parte de los españoles, de la abeja europea *Apis mellifera*, durante la época colonial modificó el espectro comercial apícola de nuestro país a causa de que esta variedad ofrece, docilidad y resistencia a las enfermedades y es altamente productora de miel frente a la nativa ¹.

Durante varios cientos de años se desarrollaron dos tipos de apicultura en México, aquella basada en la abeja europea y la de la península de Yucatán basada en el aprovechamiento de abejas nativas ¹.

En la primera mitad del siglo XX, el desarrollo de la apicultura fue muy lento, caracterizado por una actividad experimental ¹.

A partir de 1950, la apicultura mexicana mostraría un importante desarrollo, iniciando con ello, una etapa de una apicultura moderna y comercial, que la ubicaría en los posteriores años entre las primeras del mundo ¹.

En la actualidad, la apicultura tiene gran importancia social, económica y ecológica y es una actividad trascendente dentro de la ganadería del país por ser fuente captadora de divisas del subsector pecuario, de la producción apícola dependen aproximadamente 500,000 personas, beneficiándose directamente cerca de 41,000 apicultores ⁴.

El país cuenta con un inventario de 1.8 millones de colmenas, trabajadas por 41,000 apicultores, la mayoría de ellos ubicados en zonas marginales ¹.

La crianza de las abejas representa un soporte económico importante para la agricultura, debido a la polinización que las abejas realizan en los cultivos ².

Debido a que la SAGARPA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo rural, Pesca y Alimentación) implementó el programa de monitoreo y control de residuos tóxicos en miel, el cual opera a nivel nacional desde 1988, gracias a esto se ha permitido detectar sustancias contaminantes para aplicar medidas correctivas y lograr una producción inocua y de calidad, situación que ha contribuido a que la apicultura en nuestro país sea un negocio productivo y rentable, ya que México se encuentra en el cuarto lugar mundial en producción de miel y el quinto lugar como exportador de miel ³.

La situación geográfica del país, hace que la crianza de las abejas representa un soporte económico importante para la agricultura, debido a la polinización que ellas realizan en los cultivos, lo que favorece la producción de vegetales, logrando rendimientos 10 veces mayor en la miel, además permite la conservación de plantas nativas ^{2,4,5}.

Además de la polinización y la producción de miel, se ha estimulado la iniciativa de los productores apícolas mexicanos a fin de que obtengan productos derivados de la colmena como jalea real, polen, propóleos y veneno; productos que permiten incrementar los recursos económicos de apicultores ya que sirven de materia prima para la elaboración de infinidad de productos como shampoos, vinos, jarabes, tónicos, cremas, pomadas, esto a través de diversas industrias de tipo familiar ^{2,1}.

6. CLASIFICACIÓN DE LA ABEJA MELÍFERA (*Apis mellifera* L.)

La abeja europea se introdujo a nuestro país en la época de la colonia y es conocida como abeja doméstica o melífera (*Apis mellifera* L.), es la especie de abeja con mayor distribución en el mundo, fue clasificada por Carlos Lineo en 1758, a partir de entonces numerosos taxónomos han descrito variedades geográficas o subespecies que en la actualidad superan las 30⁸.

Apis mellifera L. se desarrolló muy probablemente en Asia, sugiriendo la India como el origen del género *Apis*. Los fósiles encontrados que datan de 40 a 30 millones de años son muy similares a la actual especie, lo cual indica que este género no ha experimentado grandes cambios evolutivos por algún tiempo⁸.

Su distribución en el mundo permitió la formación de una variabilidad de características que incluyen tamaño, color, forma, longitud de alas, capacidad para recolectar néctar, susceptibilidad a enfermedades, y adaptación a diferentes tipos de clima, esto debido al aislamiento geográfico de algunas razas^{7,8,9}. *Apis mellifera* L. es un insecto perteneciente al orden Hymenóptera, integrada por numerosos grupos, los cuales varían tanto en formas como en tamaño⁸. Se caracterizan por poseer una boca adaptada para lamer o mascar, con alas, transparentes y con pocas venas y con un ovopositor bien desarrollado y adaptado para agujonear^{8,9,70}.

Las abejas se dividen en varias especies: *Apis dorsata*, *Apis florea*, *Apis cerana* y *Apis mellifera*, esta última a su vez tiene varias razas de las cuales se describen las principales a continuación⁷⁰.

Clasificación taxonómica de la abeja (*Apis mellifera* L.)⁸.

Reino	Animal
Phylum	Arthropoda
Clase	Insecta
Orden	Hymenoptera
Suborden	Apocrita
Superfamilia	Apoidea
Familia	Apidae
Genero y Especie	<i>Apis mellifera</i> L.

7. CICLO BIOLÓGICO DE LA ABEJA MELLIFERA (*Apis mellifera* L.)

El ciclo de vida de las abejas comienza en la fase de huevo el cual es de forma alargada y curva, siendo uno de sus extremos algo más grueso; tiene una longitud aproximada de 1.5 a 1.6 mm y un diámetro de 0.5mm.; es de color blanco lechoso. Inmediatamente después de la ovoposición, permanece perpendicular al fondo de la celda y paralelo a las paredes de la misma. Al segundo día el huevo presenta una inclinación, al tercer día esta paralelo al fondo de la celda. Al cuarto día eclosiona y emerge una larva, la cual es alimentada por las nodrizas con abundante jalea real durante los primeros tres días; posteriormente el régimen alimenticio cambia a una mezcla de néctar y polen diluidos ^{11,12}. Las obreras colocarán a la larva en el fondo de la celda y poco antes de pupar, se mueve y coloca la cabeza dirigida hacia la entrada de la celda, la larva hila un capullo dentro del cual se aísla y al mismo tiempo las obreras adultas cierran la celdilla ^{11, 12,13}. En desarrollo; cada una de las larvas es visitada por las nodrizas cerca de 8 mil veces ¹².

El ciclo de **desarrollo de la abeja reina** es más corto (16 días); la larva es alimentada durante todo el periodo larval con jalea real ^{11, 7}. Así mismo, el tipo de celda es diferente a las demás (sobresale del panal y está colocada en forma vertical) dándole un diámetro aproximado de 9 mm y 2.5 cm de largo se le conoce con el nombre de celda real ^{11,12,13,70}.

Cuando la abeja reina termina su etapa de alimentación larval y se convierte en pupa, se desplaza a una posición cabeza abajo. Durante la etapa de pupa, las abejas obreras sellan la celda real con un opérculo de cera porosa, permitiendo

la respiración dentro de la celda; al día siguiente de la operculación continúa en el hilado del capullo con ayuda de la secreción producida por la glándula de seda. La metamorfosis en pupa y la desaparición de la forma larval para dar paso al adulto, se cumple del día 13 al 15 en la reina ⁷⁰.

El ciclo de **desarrollo de la obrera** es de 21 días, estas reciben tan solo dos días y medio jalea real y luego una papilla compuesta por miel, polen y agua, la celda mide 11 mm de profundidad y 6 mm de diámetro ⁷⁰. Al cabo de seis días la celda es operculada, entre el día 14 la obrera entra en la fase de prepupa, coloca la cabeza hacia el opérculo y 12 días después emerge la obrera ^{11,71}.

El ciclo de **desarrollo de los zánganos** es el más largo (24 días); se reconoce su celda, ya que es de mayor tamaño que la de obrera, 13 mm de profundidad y 7.6 mm de diámetro su opérculo es abombado y generalmente están al borde y extremos de los panales; su estado larvario inicia de los tres a los cinco días ^{11,12,13}. A partir del décimo día, las obreras tapan las celdas con un opérculo de cera porosa, permitiendo la respiración dentro de la celda; al día siguiente de la operculación continúa en el hilado del capullo con ayuda de la secreción producida por la glándula de seda ⁷¹.

En el día 10, el zángano, empieza su fase de prepupa. La larva se coloca con la cabeza hacia el opérculo ⁷¹.

La metamorfosis de la forma larval para dar paso al adulto, se cumple del día 16 al 21 en el zángano. Después de haber eclosionado las larvas emergen el día 24 ⁷¹.(Cuadro1).

Cuadro 1. Duración promedio en días del ciclo biológico de la abeja *mellifera* (*Apis mellifera* L)

13.

	HUEVO	LARVA	PREPUPA	PUPA	DÍAS
Reina	3	5	2	6	16
Obrera	3	5	3	10	21
Zángano	3	7	4	10	24

8. ENFERMEDADES MÁS COMUNES QUE ATACAN A LA ABEJA ADULTA Y A SU CRÍA

Las abejas *Apis mellifera* L. sufren de diversas enfermedades causadas por diversos organismos que afectan a las abejas adultas y cría (larvas y pupas)

14,16

Generalmente las enfermedades de las abejas se clasifican en:

- A) Enfermedades que afectan a la cría.
- B) Enfermedades que afectan a las abejas adultas.

Las enfermedades más frecuentes reportadas en cría y abejas adultas en México, se enlistan en el cuadro de acuerdo al microorganismo o parásito que las causa¹⁴, (Cuadro 2).

Cuadro 2. Enfermedades más frecuentes que afectan a las abejas adultas y a la cría de las abejas melíferas¹⁴.

TIPO DE AGENTE	NOMBRE DE LA ENFERMEDAD	ETAPA AFECTADA EN LA ABEJA
VIRUS	CRÍA ENSACADA PARÁLISIS	CRÍA ADULTO
BACTERIAS	LOQUE AMERICANA LOQUE EUROPEA SEPTICEMIA	CRÍA CRÍA ADULTO
HONGOS	CRÍA DE CAL CRÍA DE PIEDRA	CRÍA CRÍA Y ADULTO
PARÁSITOS	NOSEMIOSIS AMEBOSIS VARROOSIS ACARIOSIS	ADULTO ADULTO ADULTO Y CRÍA CRÍA
PLAGA	ESCARABAJO DE LA COLMENA	CRÍA

Las abejas melíferas son susceptibles a ser afectadas por parásitos, que pueden tener un efecto nocivo en el desarrollo y productividad de sus colonias.

En México el apicultor debe preocuparse básicamente por siete enfermedades que son: varroosis, loque americana, loque europea, cría de cal, nosemosis, acariosis y parálisis y de estas enfermedades, el apicultor debe preocuparse por la plaga *Aethina tumida* M. (el Pequeño Escarabajo de la Colmena) que está en el noroeste de nuestro país ⁶⁷.

Las abejas melíferas están propensas a sufrir el efecto de varroosis y acariosis, enfermedades que afectan el desarrollo y la producción de las colonias, en la mayoría de los casos las pérdidas económicas suelen ser considerables ya que ascienden a 6 millones de dólares al año, debido a los daños provocados por dichas parasitosis que van desde una reducción en la producción de miel, hasta la pérdida total de la colonia. Entre las principales parasitosis que afectan a las abejas melíferas destaca la varroosis, causada por el ácaro *Varroa destructor* y la acariosis, causada por el ácaro *Acarapis woodi* ¹⁴.

9. ENFERMEDADES PARASITARIAS DE LA ABEJA (*Apis mellifera* L.)

9.1 VARROOSIS

Es una enfermedad causada por un parásito externo que afecta a las abejas en todos sus estados de desarrollo ¹⁰ y representa un problema serio al que se enfrenta la actividad apícola nacional e internacional, debido al impacto negativo que este parásito ocasiona en las colonias infestadas. El ácaro se caracteriza por debilitar a las colonias, causa una desnutrición en los insectos hospedadores, favorece el desarrollo de otros patógenos, lo que reduce su tiempo de vida, puede tener efectos muy negativos en la producción de miel, a niveles de infestación en abejas adultas del 6%. Las colonias infestadas que no reciben tratamiento, producen 65% menos miel que las tratadas ^{7, 18, 67}.

Esta enfermedad parasitaria tiene su origen en la abeja asiática *Apis cerana* diseminándose posteriormente a la abeja europea *Apis mellifera* L. ^{17,19,20}.

En el caso de *Apis cerana*, existe un equilibrio en la relación parasito-huésped, esto se da por el comportamiento higiénico en *Apis mellifera* L. que evita su desarrollo, ya las colmenas no necesitan ser tratadas con ningún tipo de acaricida ^{20,21}.

El primer reporte de *Varroa destructor* en México se presentó en el estado de Veracruz en 1992, actualmente se encuentra distribuido en todo el país ¹⁸.

a) ETIOLOGIA

La clasificación taxonómica de *Varroa destructor* es la siguiente: ¹⁰

Phylum: Artropoda
Sub Phylum: Chelicerata
Clase: Aracnida
Subclase: Acari
Orden: Mesostigmata
Familia: Varroidae
Género: *Varroa*
Especie: *Varroa destructor*

La varroosis es una parasitosis externa, originalmente se creía que era *Varroa jacobsoni*, visto por primera vez por Oudemans en la isla de Java en 1904, aquí convivía con *Apis cerana*, a la que al menos aparentemente no causaba grandes daños. En el año 2000 Anderson y Trueman la reclasifican como *Varroa destructor* mediante un estudio de variaciones genotípicas, fenotípicas y reproductivas ^{4,6,22,,23,24,25}.

b) MORFOLOGIA

Varroa destructor es un ectoparásito con dimorfismo sexual ¹⁹ la hembra mide 1.1 por 1.6 mm y el macho por 0.9 por 0.8 mm, son de coloración rojiza y se encuentran adheridas al tórax de *Apis mellifera* L. ²⁶ tienen el cuerpo ovalado, dorsoventralmente; su ciclo de vida es corto y dura de seis a siete días para el macho y de ocho a nueve días para la hembra lo que contribuye a su proliferación ²⁵.

Presente órganos esenciales: aparato bucal respiratorio, excretor, reproductor y locomotor ¹⁰. Cerca de la boca de la hembra, hay un aparato picador y

chupador que le sirve para perforar el revestimiento quitinoso de la abeja y succionar la hemolinfa ²⁶.

Posee cuatro pares de patas; las dos anteriores que tienen funciones táctiles y olfativas mientras que el resto de ellas sirve para la locomoción del ácaro, cada pata termina en una ventosa que mantiene al parásito sobre su huésped ^{10,26}. (FIGURA 1, 2).



FIGURA 1.



FIGURA 2.

c) CICLO BIOLÓGICO

El ácaro hembra se reproduce exclusivamente en una celda de cría, generalmente después de un periodo forético (corresponde al período en que los ácaros se encuentran fuera de las celdas de cría -y están sobre el cuerpo de abejas adultas)¹⁰.

La hembra fecundada penetra en las celdas justo antes del operculado, varias hembras fecundadas pueden introducirse en la misma celda y parasitar a la vez una misma larva^{10,26,27}.

Luego que alcanza el interior de la celda se aloja en el alimento de la larva y se mantiene inmóvil hasta que lo consume, succiona la hemolinfa de la pupa y comienza la postura de un primer huevo que da origen a un macho^{26,27}.

Más tarde la hembra pondrá más huevos que darán origen a varroas hembras, una vez que el macho alcanza su madurez sexual fecunda a sus hermanas aun sexualmente inmaduras^{26,27}.

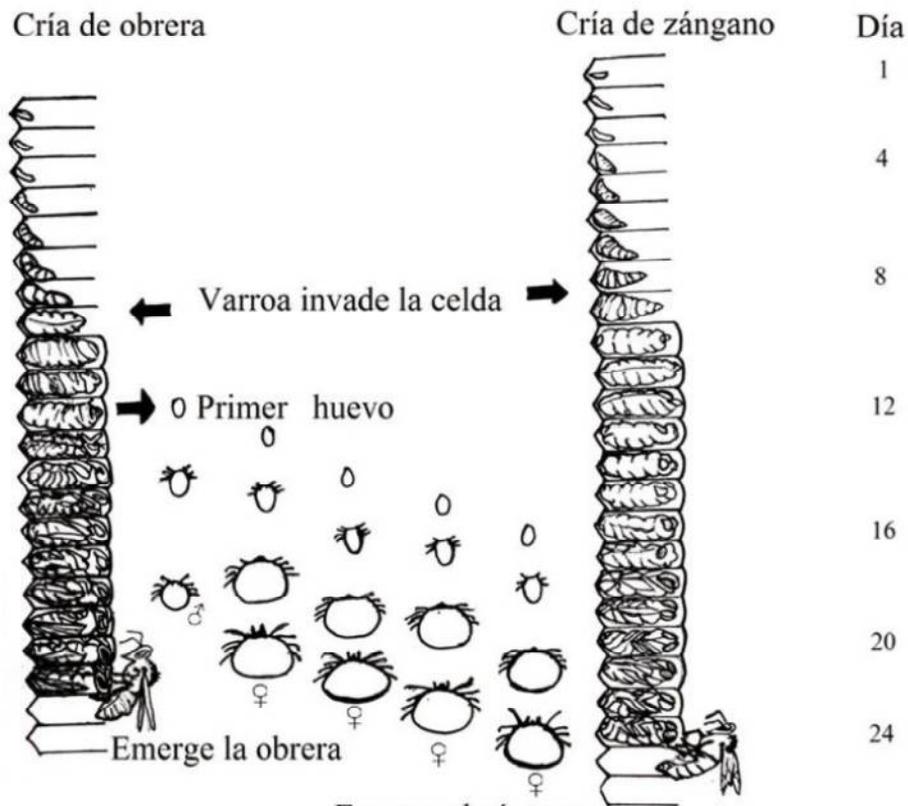
El ciclo de huevo hembra es de ocho a nueve días mientras que el macho es de seis a nueve días²⁷.

Una hembra fecundada puede poner hasta cinco huevos en las celdas de obreras y hasta siete huevos en las de los zánganos²⁷.

Obreras y zánganos parasitados llevan varroa, unas fecundadas, otras vírgenes y estas se aparearán en una celdilla cuyo ocupante parasitarán²⁶ (FIGURA 3).

FIGURA 3. Ciclo de vida de *Varroa*: inicia cuando una hembra grávida deja a la abeja adulta y penetra a una celda ocupada por una cría de obrera o zángano próxima a ser operculada. Se alimenta de la hemolinfa de la pupa y comienza la postura de huevos. Tomado de Martínez,

2011⁷²



d) EPIZOOTIOLOGIA

El ácaro *Varroa destructor*, se encontró por primera vez en las abejas *Apis cerana* en la isla de Java, al sur de Asia, donde existe un equilibrio biológico entre el parásito y su hospedero ^{6, 28}.

Varroa destructor ha extendido su área de distribución en los últimos años a Europa, Sudamérica y a los Estados Unidos de Norteamérica ²⁹. En México fue detectado en 1992, posiblemente por la introducción de abejas reinas ¹.

La varroosis afecta a las tres castas de abejas melíferas y a sus crías, teniendo especial predilección por las larvas de zángano ^{1, 29}.

En países con inviernos prolongados el ácaro se manifiesta en esta época. En países tropicales los niveles de infestación se incrementan en época de lluvias ya que es por el hacinamiento en las colmenas ^{26,29}; el índice de mortalidad aumenta durante los meses de invierno ³⁰.

Los niveles más altos de infestación en las crías ocurren en la primavera, en adultos en el verano; los más bajos en la cría en invierno y en adultos en primavera ³¹.

La diseminación de *Varroa destructor* de una colmena a otra o entre apiarios, se propicia por medio de los zánganos que entran libremente a las colmenas, al igual que las obreras que regresan del campo y se equivocan de colmena, así como por pillaje y la presencia de enjambres silvestres enfermos; el apicultor también puede esparcir el parásito al intercambiar panales entre colmenas ^{1, 6, 29}.

e) **PATOGENIA**

Cuando las colonias se infestan se inicia el proceso reproductivo de los ácaros, el daño producido a las abejas por este ácaro es de carácter físico e infeccioso³². En las abejas adultas, la hembra de varroa busca las zonas blandas, para perforarlas y chupar la hemolinfa, estas zonas son las membranas intersegmentales de los primeros segmentos abdominales, las articulaciones, la base de las alas, las áreas entre la cabeza y el tórax y entre este último y el abdomen, por lo que es común observarlas en dichas zonas. La hembra del ácaro puede vivir de dos a ocho meses en el interior de la colmena, el daño físico que produce a las crías es por la succión de la hemolinfa; el daño tóxico infeccioso por las heridas que causa para alimentarse, las cuales propician la entrada de toxinas y la trasmisión de microorganismos causantes de enfermedades bacterianas como Loque americana, Loque europea; fungosis como la Cría de cal y Cría de piedra y virales como parálisis^{28,32}.

Una abeja infestada vive la mitad del tiempo que una sana, por ello, cuando el número de abejas infestadas en una colonia es alto, los daños ocasionados por la enfermedad son severos. Para que los niveles de infestación de varroosis dentro de una colonia de abejas alcancen porcentajes altos, se requiere de varios meses o varios años a partir de la invasión inicial, asimismo los factores medio ambientales; el manejo de la raza de abejas afectadas ayudarán en el progreso, estabilización o erradicación de la parasitosis²⁸.

f) SIGNOS CLINICOS

El impacto inicial de la parasitosis provoca el 50% de mortalidad en las colmenas existentes.¹⁰ Cuando los niveles de infestación son bajos, no hay manifestación evidente de la enfermedad; cuando hay un alto grado de parasitosis pueden verse abejas con alas y patas deformes y el abdomen reducido. En los marcos del nido la cría puede verse con los opérculos roídos y cría salteada^{26, 29, 33}. Generalmente las abejas malformadas son eliminadas de la colmena y se observan arrastrándose en la piquera, hay una notoria reducción en el tamaño del cuerpo de las abeja³².

Cuando la colonia se debilita, las abejas se muestran inquietas, se observa la presencia de uno o varios parásitos en el cuerpo de algunas abejas (no es fácil de detectar ya que el parásito se esconde en los segmentos abdominales ventrales)²⁸.

La acción parasitaria directa del ácaro es la succión de la hemolinfa desde las larvas hasta las abejas adultas. De esta hemolinfa el ácaro extrae fracciones proteicas¹⁰.

El desarrollo de la cría parasitada se ve afectado, presentan menor peso corporal y un promedio de vida más corto; ello ocasiona que la producción de miel y otros productos de la colmena se vean afectados disminuyendo drásticamente¹⁸.

Los daños indirectos son ocasionados por hábitos alimenticios del parásito al succionar la hemolinfa de su hospedero, aunado a la transmisión de enfermedades víricas (como el virus de la cría sacciforme o parálisis)^{10,32}.

Algunos autores sugieren que este ácaro actúa como portador de las bacterias *Paenibacillus larvae* (Loque americana) y *Melissococcus plutonius* (Loque europa). En estudios recientes, se reportó que varroa es un vector efectivo del hongo *Ascosphaera apis*, agente causal de Cría de cal ³².

En México se ha demostrado que esta parasitosis puede ocasionar pérdidas de más de 60% en la producción de miel ⁴.

g) DIAGNOSTICO

Existen diversas formas de realizar la detección de varroa, tanto en abejas adultas, como en cría operculada, debido a los daños que ocasiona este ácaro; es muy importante detectar su temprana aparición para su posible erradicación, el apicultor debe mantener sus colmenas con niveles bajos del ácaro ^{28,34}.

El diagnóstico se orienta a determinar de manera cuantitativa la presencia del parásito, estimando los porcentajes de infestación ²⁷.

En la colmena se examina el aspecto general de la colonia, y de las celdas de cría con el objetivo de detectar la presencia de cualquier alteración. Cuando el ataque es muy intenso se pueden ver los ácaros a simple vista sobre las abejas y en distintas partes de la colmena ³⁶.

Debido a los daños que ocasiona el ácaro, no es posible su erradicación, es importante que el apicultor mantenga sus colmenas con bajos niveles de ácaros. ²⁸ El diagnóstico se orienta a determinar de manera cuantitativa la presencia del parásito, estimando los porcentajes de infestación ²⁷.

- **Diagnóstico de abejas adultas:** consiste en tomar una muestra de abejas de la cámara de cría. Se recogen 200 a 300 abejas, se sumergen en alcohol al 70% o agua jabonosa y se lavan después sobre un doble cedazo, el primer cedazo retiene a las abejas y el segundo más fino a los ácaros. De esta forma se puede calcular el porcentaje de infestación de las abejas adultas. Dividiendo el número de ácaros entre el número de abejas de la muestra, se multiplica por 100 y se obtiene el porcentaje de infestación ^{10, 35}

Los niveles de infestación, medidos en abejas, deben mantenerse por debajo del 5%, situación en donde la colonia no necesita tratamiento, pero con más de un 5% deben ser tratadas rápidamente ya que en poco tiempo pueden alcanzar niveles que resultan mortales para la colonia (Cuadro 3)³⁵

- **Diagnóstico de la cría:** se basa en la búsqueda de los ácaros en celdas de cría operculada, para lo cual se deben abrir entre 50 a 100 celdas de un panal, y se procede a la observación cuidadosa tanto de la cría como del fondo y paredes de las celdas, para ello se destapa la colmena y se extrae un bastidor que contenga cría operculada, con pinzas de disección o un peine desoperculador se rompe el opérculo ^{10,28}

Los ácaros adultos (color marrón rojizo) y formas inmaduras (color blanco perlado) se observan a simple vista, de encontrar ácaros se anota el número de celdas afectadas, así como el número de celdas desoperculadas ^{10,28}.

Para la determinación se usa la siguiente fórmula:

$$\% \text{ de infestación} = \frac{\text{número de celdas con Varroa}}{\text{Número de celdas desoperculadas}} \times 100$$

- **Diagnóstico por caída natural:** este método consiste en recoger los ácaros de muerte natural que caen en el piso de la colmena,³⁴ con esta técnica no se obtiene un porcentaje de infestación, sino una estimación de varroa en la colmena a través del conteo de los ácaros que mueren diariamente en forma natural, por lo tanto es importante que no se usen acaricidas²⁸

Se coloca una cartulina o una lámina de aluminio con aceite vegetal o vaselina en el piso de la colmena, se deja por espacio de siete días para que puedan adherirse los ácaros caídos y después recolectarlos para el conteo, si cayeron menos de 10 varroas por día, la colonia no necesita tratamiento con urgencia. Si cayeron más de 10 varroas por día, la colonia requiere un tratamiento urgente. Este método es el más fácil de todos, para el conteo para obtener el resultado se aplica la siguiente fórmula^{28, 34}

$$\text{Varroas muertas por día} = \frac{\text{número de varroas encontradas}}{\text{días de exposición de la charola}}$$

Cuadro 3. Grados de infestación según niveles de infestación, para los distintos métodos de diagnóstico de varroa ¹⁰.

GRADO DE INFESTACIÓN	% DE INFESTACIÓN CRÍA	% INFESTACIÓN ABEJAS ADULTAS	MORTALIDAD NATURAL POR DIA
Muy ligera	0-1	0-1	0-1
Ligera	1-5	1-3	1-5
Media	5-15	3-8	5-15
Moderada	15-30	8-15	15-30
Grave	30-50	15-30	30-60
Muy grave	50-90	30-50	60-100

h) CONTROL Y TRATAMIENTO

El parásito *Varroa destructor* es uno de los principales problemas sanitarios para la apicultura en México ya que esta actividad es de gran importancia para el sector agropecuario, a pesar de los esfuerzos y recursos que se invierten se ha convertido en una seria amenaza para su desarrollo ^{19,20,37,38,54}.

Esta enfermedad parasitaria tiene su origen en la abeja asiática, *A. cerana*, diseminándose posteriormente a la abeja europea, *A. mellifera* L. en el caso de *A. cerana* existe un equilibrio en relación parásito-huésped, en *A. mellifera* L. no existe tal equilibrio;²⁰ afectando a larvas y adultos de todas las castas de abejas a las que succiona la hemolinfa ^{21,29,39,54}.

El daño que varroa causa depende del grado de infestación de la colonia afectada, el daño negativo sobre la productividad comienza cuando la población de ácaros alcanza 10% de las abejas adultas en una colonia, cuando la infestación llega de 30 a 40 %, normalmente termina con la colonia. ^{18, 21}

El diagnóstico se basa en signos clínicos y cambios morfológicos en la abeja, además de la identificación del parásito en las colmenas. Los signos de la enfermedad tardan en aparecer y se manifiestan ante un avance importante de ésta, momento en el cual ya se han producido serias pérdidas. En general el detectar una colmena con varroosis mediante una inspección visual puede tomar de dos a cuatro años desde que se adquirió la enfermedad^{35,36}.

***Varroa destructor* produce una serie de efectos negativos como:**^{39, 54}

- Disminución de la vida media de las abejas infectadas durante el desarrollo larval
- Pérdida de peso
- Malformaciones de las abejas emergentes en las alas, patas y abdomen
- Además es vector de agentes patógenos para las abejas: *Ascosphaera apis* (Cría de cal), *Paenibacillus larvae* (Loque americana)^{39,54}

La lucha contra este parásito es obstaculizada por varias características biológicas del ácaro las cuales no facilitan encontrar un tratamiento ideal, dentro de estas características:

- Parasita al mismo tiempo a la cría y a las abejas adultas
- Su metamorfosis es de 2 a 2.5 veces más corta que la de las abejas

- Los ácaros desarrollan rápidamente resistencia a los fármacos que hasta ahora se han empleado ²⁸

La resistencia a los fármacos por parte del ácaro se da por el uso indiscriminado de los productos por parte de los apicultores ²⁰.

Los esfuerzos para controlar el ácaro se han enfocado en el uso de acaricidas químicos, varios de éstos tienen serios inconvenientes, como el ser tóxicos para las abejas y para el hombre, además que dejan residuos químicos en la miel y polen empleados para consumo humano ¹⁸.

Ante la diversidad de productos que se han empleado para el control de la varroosis y dados los riesgos potenciales de su uso, la SAGARPA ha implementado mecanismos para la evaluación y registro de aquellos acaricidas que garanticen un buen control de la varroa, además de que sean inocuos a las abejas y al productor. Entre los acaricidas más efectivos y con menos inconvenientes están:

QUÍMICOS

Apitol:

- **Ingrediente activo:** cimiazol al 17.5%
- **Presentación:** granos solubles en agua, presenta dos formas de aplicación mezclándolo en jarabe o rociado sobre los marcos
- **Modo de acción:** sistémico
- **Forma de aplicación:** Por colmena se mezclan dos a tres gramos de producto (uno a dos sobres) en tres cuartos de litro de jarabe, basta una sola aplicación. Por colmena se disuelven 1.5

gramos en 75 ml de agua, se rocía la mezcla sobre la cría, se realizan dos aplicaciones con un intervalo de siete días. Ambas soluciones deben aplicarse inmediatamente después de preparadas^{20,28,36}

Apistan

Ingrediente activo: fluvalinato al 10%

- **Presentación:** tiras plásticas de PVC impregnadas de la sustancia activa
- **Modo de acción:** liberación lenta por contacto, colocar dos tiras por colmena entre los cuadros de la cría y se dejan por espacio de seis a ocho semanas, retirarlas, envolverlas y eliminarlas. Colocarlas después de la última cosecha o previo al primer flujo de néctar^{20,28,36, 40}
- El fluvalinato cubre todo el ciclo de la abeja, no tiene efectos significativos sobre la supervivencia de la reina o la producción de la colmena, ha sido modificado ya que han aparecido poblaciones de ácaros resistentes^{29,40}

Bayvarol de Bayer:

- **Ingrediente activo:** flumetrina 3.6mg/tira, se utilizan cuatro tiras para una colonia en desarrollo normal
- **Presentación:** se presenta en tiras plásticas de PVC impregnadas con la sustancia activa
- **Eficacia:** 69%

- **Modo de acción:** liberación lenta por contacto, se colocan cuatro tiras por colmenas repartidas en la cámara de cría y se dejan por espacio de seis a ocho semanas^{20,28,40,41}
- Cayó en desuso, ya que han aparecido poblaciones de ácaros resistentes⁴⁰

Colmesan:

- **Principio activo:** amitraz 2.05 g %
- **Presentación:** solución
- **Modo de acción:** ahumado. Para la aplicación se humedece 0.5 ml del producto (por colmena) en un material absorbente (papel, tela), se coloca dentro del ahumador sin dejar de accionar. Cuando empieza a aparecer humo blanco y denso se aplican 5 bocanadas por colmena para obtener buenos resultados se debe repetir este proceso tres veces con intervalos de cinco a siete días^{20,28,36}
- El amitraz ha probado ser eficaz para varroosis, sus principales inconvenientes son la creación de resistencia²⁹

ACIDOS ORGÁNICOS

Han tomado relevancia, ya que además de tener una buena eficacia en control de varroa presentan mínima residualidad en la miel y hay menos daño a las abejas ^{36,38,41}.

Otro aspecto importante, es que en los últimos años se ha detectado un incremento en la resistencia a los acaricidas actualmente en uso, lo que se debe principalmente a su empleo repetido y a un manejo inadecuado ^{36,41}.

Entre las sustancias naturales de mayor efectividad contra *Varroa destructor* están los ácidos orgánicos (láctico, fórmico, oxálico y timol), si bien se trata de productos naturales, pueden ser peligrosos para el apicultor y deben aplicarse con cuidado. En cuanto a los residuos no presenta problemas cuando son aplicados en forma apropiada ³⁵.

Api-plus:

- **Ingrediente activo:** ácido fórmico, bolsa de 80ml de ácido fórmico al 65%
- **Presentación:** la presentación comercial es en bolsa de 80 ml de ácido fórmico el 65% con un dispositivo que permite su liberación gradual
- El ácido fórmico definido como químico suave es un producto natural por lo que no contamina la miel, característica que lo coloca como el único acaricida autorizado para el control del ácaro en la producción de miel orgánica

- **Tratamiento:** se coloca una bolsa del producto en la cámara de cría y se deja por cuatro días; transcurrido este tiempo se sustituye por una nueva y así sucesivamente hasta completar 16 días (cuatro bolsas en total)
- El ácido fórmico presenta el mayor efecto acaricida durante los primeros días de tratamiento su eficacia disminuye gradualmente
18, 28, 36, 40, 42

Ácido oxálico:

- **Eficacia:** 75 a 85 %
- Se prepara una solución con agua al 3% aplicado en forma de jarabe azucarado para atraer a las abejas. A pesar de resultar efectivo para el control de los ácaros, este agente presentó algunos inconvenientes, como intoxicación y muerte de abejas adultas por su consumo ⁴⁰
- La presencia de gran cantidad de cría en desarrollo será uno de los factores que reduciría la eficiencia de este tipo de tratamiento. Al existir cría, los ácaros se reproducen activamente en el interior de las celdas, quedando al resguardo del tratamiento, de esta manera no es recomendable en situaciones de colonias de abejas con gran cantidad de cría en desarrollo ^{40, 42}
- El ácido oxálico es una opción efectiva para el tratamiento, la modalidad de goteo con jarabe de sacarosa resulta poco trabajosa y exenta de peligro para los operarios, la ausencia de efectos indeseables en las colonias y su bajo costo ⁴³

Ácido láctico:

- Es la opción válida para el control, siempre que sean explotaciones de mayor tamaño (más de 50 colmenas)
- El ácido láctico como acaricida puede resultar lenta, no produce residuos
- Aplicado en cuatro tratamientos cada siete días mediante nebulización, presenta una gran diversidad de resultados según se aplique en otoño (76 % de eficacia) y en primavera (28% de eficacia) ^{36, 44}

Timol:

- Es ampliamente utilizado en la apicultura con alta efectividad para el tratamiento y es bien tolerado por las abejas
- Si bien el vapor del timol mata a *Varroa destructor*, no es suficiente para una buena eficacia, si-no que es importante el contacto de las abejas con el preparado para que se pueda distribuir bien por la colmena
- El tratamiento consiste en la aplicación de timol (4 g de cristal puro al 99%) en un soporte (en tiras de cartón corrugado) impregnado de vaselina. Para prepararlo se calienta la vaselina, se disuelve el timol y se impregnan las tiras de cartón. La dosis máxima de aplicación es de dos tiras por colmena. Las tiras se colocan entre los cuadros extremos de cría, es conveniente aplicar una segunda aplicación con 10 a 12 días de intervalo. En verano se realizan tres aplicaciones

- Para conseguir una buena eficacia es necesario que la reina sea joven y la colmena sea fuerte. Por otro lado, la temperatura exterior debe de estar comprendida entre 15 a 30 C°
- Es necesario el uso de mascarilla, guantes y ropa impermeable, ya que el timol puede provocar irritaciones en la piel
- El empleo del timol puede provocar abandono de la cría, un estímulo excesivo del comportamiento higiénico (sacan mucha cría y hay una disminución de la población), salida masiva de abejas (se quedan fuera de la colmena) y en circunstancias extremas hay deriva y pillaje
- Los mejores resultados se han obtenido en épocas del año con muy poca o ninguna cría en las colonias tratadas
- La preparación de timol en gel tiene alta evaporación durante los primeros tres días posteriores a su aplicación y durante el periodo que dure el tratamiento ocurre la mayor mortalidad de ácaros^{18, 36,}

44, 45

ACEITES ESENCIALES

Para controlar *Varroa destructor*, se han utilizado tratamientos químicos, biológicos y medidas artesanales pero, a pesar de esto, se han reportado informes en los que se detecta la resistencia del ácaro. Como consecuencia se han intentado controles alternativos, en los que juegan un papel fundamental los productos naturales, como los aceites esenciales ⁴⁶.

Es el nombre genérico para líquidos altamente volátiles, que son el producto secundario de algunas plantas, caracterizados por un intenso olor ^{35, 45}. La liberación del principio activo se encuentra mediado por la temperatura interior de la colmena (que a su vez fluctúa dependiendo de la temperatura exterior) y por el dosificador utilizado, en climas fríos, donde no se alcanza la volatilización no pueden matar o repeler a los ácaros y con dosis altas existen problemas con agitación y mortalidad de abejas ^{35, 44}.

Los aceites esenciales al contrario de los ácidos orgánicos se acumulan en la miel y cera, posteriormente se evaporan, estos residuos son muy pequeños y no son importantes desde el punto de vista toxicológico ³⁵.

Constituyen una alternativa para el control de *Varroa destructor* ⁴⁵.

Eucalipto:

El aceite esencial de eucalipto (*Eucalyptus* spp) se extrae de las hojas ⁴⁶, una solución de eucalipto al 10% provoca que los ácaros abandonen el cuerpo de las abejas hospederas³⁶.

La esencia de eucalipto para reducir la población de ácaros fue efectiva, la acción de este producto natural fue más evidente a las 36 horas pos tratamiento; para estabilizarse en un 50% a las 108 horas después de la aplicación del producto en las colonias ⁴⁷.

El efecto del eucalipto usado como fumigante puede variar de acuerdo a la temperatura ambiente donde se encuentran establecidas las colonias, de la concentración del producto y el número de aplicaciones realizadas. Debido a la efectividad, poca toxicidad y bajo costo de la esencia de eucalipto para reducir la población de ácaros en las colonias de abejas se recomienda el uso de este producto ⁴⁷.

Lavanda:

El aceite esencial extraído de *Lavandula officinalis* se extrae de las flores, este aceite actúa sobre el ectoparásito *Varroa destructor*, alcanzando un 100% de desprendimiento de los ácaros pero tiene una mortalidad baja (41%)^{19, 36, 46}.

La mayor caída de ácaros ocurre en la primera hora siendo superior al 80% después de la quinta hora alcanza el 100%, solo causa toxicidad aguda sobre los ácaros¹⁹.

Numerosos factores afectan la eficiencia de la lavanda, la concentración, la duración del tratamiento, y las condiciones de la colonia¹⁹.

Laurel:

El aceite esencial extraído de *Laurelia sempervirens* sobre *Varroa destructor* alcanza un 100% de desprendimiento de los ácaros y 35% de mortalidad³⁶. Se emplea aceite de laurel al 30%¹⁹.

No se cuenta con datos sobre el tipo de efecto que puede inducir sobre *Varroa destructor*¹⁹.

Mentol:

Aceite esencial natural extraído de *Mentha piperina* cuya esencia está constituida principalmente por mentol libre, alcoholes y presenta una gran actividad acaricida en las colonias de abejas^{35, 46}.

Bajo condiciones de laboratorio ha demostrado poseer un aceptable efecto tóxico sobre los ácaros, combinado con una buena tolerancia por parte de las abejas⁴⁶.

MEJORAMIENTO GENÉTICO

La apicultura ha proporcionado al hombre productos naturales, con la aparición de *Varroa destructor* en las colmenas el uso de productos químicos se generalizó, esto trajo como consecuencia la aparición de residuos en miel y cera y la resistencia del ácaro. Frente a esta salida se plantea la posibilidad de la selección genética de líneas resistentes, es decir colmenas que de manera natural han resistido a la plaga sin tratamiento alguno, donde las abejas presentan la capacidad para detectar, retirar, y finalmente deteriorar al ácaro, conocido técnicamente como *acicalamiento*. Esto es un proceso de adaptación del hospedero frente al parásito ^{21, 48, 49,50}.

Si se tiene en cuenta que aun no se ha encontrado un tratamiento que sea totalmente efectivo contra *Varroa destructor*, que no cree resistencia, no deje residuos en la miel y sea rentable para el apicultor, la posibilidad de seleccionar estas características mediante inseminación artificial o mediante la cría de reinas por parte del apicultor, hacen albergar esperanzas en el futuro para controlar al ácaro ^{21, 49, 50}.

COMPORTAMIENTO HIGIENICO

El comportamiento higiénico se refiere a la capacidad de algunas abejas para detectar, desopercular, y remover de las celdas larvas o pupas enfermas o muertas; por ello, este comportamiento ha sido identificado como uno de los principales mecanismos que confieren resistencia a las abejas melíferas contra patologías tales como: Loque europea, Cría de cal, y *Varroa destructor*^{42, 50}.

Se consideran higiénicas a aquellas abejas que remueven 95% de las crías, siendo este un rasgo deseable, puesto que las abejas higiénicas rápidamente interrumpen el ciclo del agente causal⁴².

De forma natural, cuando una especie es parasitada se inicia un proceso de selección por lo que el hospedador, o especie parasitada, desarrolla un mecanismo de defensa contra ese parásito. Sí el parásito y hospedador logran alcanzar un equilibrio, ambos convivirán, sin provocar la muerte del hospedero⁵⁴.

En el caso de *A. cerana*, existe un equilibrio en la relación parásito-huésped basado principalmente en los bajos niveles reproductivos en el interior de las celdas de cría y en los mecanismos de higiene y acicalamiento que evitan el desarrollo de *Varroa destructor*. De esta manera las colmenas no necesitan ser tratadas con ningún tipo de acaricida. Por el contrario en *A. mellifera*, no existe tal equilibrio y si las colmenas no son tratadas mueren al término de un año^{20, 37, 54}.

El comportamiento higiénico lo realizó Rothenbuhler, el cual determinó que su desarrollo dependía de la presencia de dos *loci* diferentes, uno relacionado con la desoperculación -y otro con la remoción de las crías afectadas^{50,51}.

Recientemente Lapidge por medio de técnicas moleculares detectó siete *loci*, de los cuales tres de ellos fueron asociados solamente con la desoperculación de las celdas, y cuatro con influencia en el proceso de remoción⁵¹.

En México los daños producidos por el parásito no son excesivamente graves, existiendo un alto grado de tolerancia natural por parte de las abejas, ya que son capaces de tolerar y sobrevivir a la infestación^{54,53}.

METODOS PARA EVALUAR EL COMPORTAMIENTO HIGIENICO

Los métodos que en la actualidad se utilizan para evaluar el comportamiento higiénico consisten en sacrificar determinado número de pupas (crías cerradas u operculadas), con el fin de estimar la proporción o porcentaje de ellas, que es removida por las abejas obreras de una colonia⁵¹.

Los procedimientos utilizados para sacrificar a las crías operculadas incluyen la punción por medio de un alfiler entomológico, con él se perfora tanto el opérculo como la pupa en desarrollo, y dos tipos de congelación:

- 1) Consiste en introducir una sección del panal con crías operculadas en un congelador a -18°C o -20°C por un mínimo de 24 horas.
- 2) Consiste en la aplicación de nitrógeno líquido (N₂) sobre el panal, lo que produce muerte instantánea de las crías^{42, 51}.

Al aplicar la técnica de punción, las abejas detectaron rápidamente la hemolinfa liberada de las crías sacrificadas, ello propicia una respuesta intensa de limpieza por parte de las abejas ⁵¹.

En México ya se han aplicado las tres técnicas mencionadas, sin embargo, ningún estudio las ha evaluado de manera comparativa en cuanto a su capacidad para diferenciar colonias altamente higiénicas de las poco higiénicas ⁵¹.

ACICALAMIENTO

El comportamiento de acicalamiento es la capacidad de las abejas de detectar, morder, retirar y eliminar los ácaros en etapa forética, ya sea sobre si misma (*autogrooming*) o sobre otras abejas (*allogrooming*), ⁵³ también uno de los mecanismos que puede proporcionar tolerancia a las abejas contra el ácaro ^{52,53}.

En las colonias que expresan al comportamiento de acicalamiento, las obreras infestadas se acicalan con sus patas y mandíbulas para quitarse los ácaros, si no lo logran, atraen a otras obreras, las cuales usan sus mandíbulas para remover el parásito ^{52, 54}.

Se sugiere que el acicalamiento entre abejas adultas disminuye la infestación de *Varroa destructor* en las colonias ⁵².

CONTROL BIOLÓGICO

Los hongos y bacterias entomopatógenos son utilizados como insecticidas biológicos ⁵⁵. De forma general, la orientación actual para combatir *Varroa destructor* en la mayoría de los países afectados está encaminada a la lucha biológica y México no es la excepción, ya que se debe considerar este medio para permitir el control del ácaro sin afectar a las abejas ni presentar una fuente de contaminación a los productos de la colmena ⁵⁶.

BACTERIAS

Bacillus thuringiensis: los productos a partir de esta bacteria entomopatógena han permitido controlar numerosas plagas entre las que incluyen varias especies de ácaros como *Varroa destructor*, se plantea que la actividad acaricida está dada por la acción de la β -exotoxina ^{36, 56}.

dosis elevadas de productos fabricados a partir de toxinas del *Bacillus thuringiensis* pueden provocar hasta un 76% de mortalidad en ácaros, y más de un 12% de mortalidad en abejas, al reducir la dosis a niveles que fueran inocuos para las abejas, se redujo el efecto acaricida en un 8 o 9 % ^{36, 56}.

Se propone la utilización específica de la β - exotoxina del *Bacillus thuringiensis*, también conocida como *thuringiensis*, la cual es una sustancia estable en agua y altamente tóxica para *Varroa destructor* ³⁶.

Como control se utiliza el producto Thurisav-13, este producto es un fluido acuoso concentrado compuesto por esporas y cristales tóxicos, en una

concentración de $3-7 \times 10^9$ esporas y cristales/mL, un pH de 3-4, con una presentación en envase de plástico de 1 a 5 litros; con un almacenamiento de seis meses a temperatura de hasta 28°C ^{36, 56}.

Al evaluar la efectividad del Thurisav-13, se obtuvieron mayor número de ácaros muertos, a pesar de haber realizado un solo tratamiento. Esto evidencio su efecto prolongado en las colonias y su inocuidad para las abejas ^{36, 56}.

Se ha visto que la utilización del *Bacillus thuringiensis* asegura un efecto de control prolongado, la presencia de la cepa, así como la concentración del microorganismo en diferentes partes de la colmena un año después de aplicado el producto ³⁶.

HONGOS

Se hace necesaria la búsqueda de otros mecanismos de control que conjuguen producción sustentable e inocuidad sanitaria, uno de ellos es el uso de bioplaguicidas, los cuales utilizan como ingredientes activos microorganismos o derivados de éstos, como hongos entomopatógenos como *Metarhizium anisopliae* ^{55, 57}.

Los hongos entomopatógenos tienen la capacidad de sintetizar toxinas que son utilizadas entre patógeno-hospedador. La supervivencia de las abejas depende del sistema inmune de la abeja ya que tiene respuesta de fagocitosis y la encapsulación de objetos extraños, estos mecanismos son los más utilizados por las abejas contra los hongos ⁵⁷.

Las principales ventajas que presentan el uso de hongos entomopatógenos como control biológico son:

- Especificidad para una misma familia de insectos
- Se multiplican y dispersan fácilmente
- Pueden ser aplicados con pequeñas dosis
- No contaminan el ambiente y no son tóxicos para el hombre y los animales

El método de acción de *Metarhizium anisopliae* comienza cuando las conidias se adhieren a la cutícula del ácaro, donde se inicia la formación del tubo germinativo. Posteriormente el hongo comienza a excretar enzimas, las que degradan la cutícula. Después de la penetración, la hifa se ramifica dentro del tejido del ácaro, colonizando completamente la cavidad del cuerpo, ocasionando la muerte después de tres a siete días de iniciada la infestación³⁶,

57.

BIOTÉCNICOS

Se conoce como métodos biotécnicos a aquellos relacionados con el control de la parasitosis sin el uso de agentes químicos, ya que éstos confieren resistencia al parásito *Varroa destructor* y básicamente contribuyen a limitar el crecimiento de la población del ácaro dentro de la colmena. Entre éstos destacan:

- **Tratamiento térmico:** se basa en que los ácaros no son capaces de resistir temperaturas hasta los 44°C, pero a su vez es peligroso

47

para las abejas debido a que temperaturas de 49°C pueden causar la muerte de estas ⁵⁹

- **Previendo la enjambrazón** de colmenas débiles que constituyen fuentes de infección ⁶⁰
- **Cambio habitual de reina**, así se mantiene la colonia con cierto vigor, lo que la hace más tolerante a las infestaciones ⁶⁰
- **Aislamiento de la reina** el objetivo es garantizar un periodo sin crías y por ende la no reproducción del ácaro ⁶¹
- **Introducción de cuadros zanganeros** y extracción de los mismos cuando han sido operculados. Al realizar esta práctica, se puede reducir a la mitad la cantidad de ácaros dentro de la colmena ⁶¹
- **Eliminación de panales viejos y deformados**, se disminuye la carga parasitaria pues estos panales se aprovechan por las colonias para producir crías de zánganos. Este método reduce la infestación de la colmena aunque no alcanzan la eficacia de los tratamientos acaricidas ⁶¹.

9.2 ACARIOSIS

La acariosis, o enfermedad de la isla de Wight, se detectó por primera vez en el año de 1902, ocasionando la destrucción de todas las colmenas ^{63,4} es una parasitosis de las abejas adultas, causada por el ácaro *Acarapis woodi* (Rennie), este fue descrito por Rennie en 1921 ^{6,22, 67} a este parásito también

se le conoce como ácaro traqueal, porque se alimenta y se reproduce en las tráqueas de las abejas adultas ^{62,65}.

Entre los años 1905 y 1919 en Europa, se describieron casos de supuesta acariosis con características epidémicas, las que se fueron detectando en otros países y que posteriormente disminuyeron en intensidad ^{63,6,22, 67}.

Se desconoce cómo y cuando llegó la acariosis al continente Americano, ya que en los años 60 y 70 se llevaron muestreos en Estados Unidos y México, no encontrándose la enfermedad, aunque ya se había reportado en algunos países de Sudamérica. El primer reporte de esta parasitosis en México, fue hecho por Wilson y Nunamaker, quienes encontraron ácaros traqueales en muestras de abejas colectadas en un apiario cercano a la ciudad de Guadalajara en 1980 ^{62,6}.

La acariosis se distribuyó muy rápidamente en México, a pesar de los esfuerzos de las autoridades sanitarias del país, aparentemente esta rápida distribución se debió a la venta de reinas y al movimiento de colmenas de zonas infestadas a libres ⁶².

a) ETIOLOGIA

La clasificación taxonómica de *Acarapis woodi* es la siguiente:

Phylum: Artropoda
Sub Phylum: Chelicerata
Clase: Arachnida
Subclase: Acari
Orden: Prostigmata
Familia: Tarsonemidae
Género: *Acarapis*
Especie: *Acarapis woodi* (Rennie)^{4,63}

Acarapis woodi (Rennie), es un parásito microscópico de la clase de los arácnidos del orden de los ácaros. El tamaño de la hembra es de 120 a 150 μm de largo por 60 a 80 μm de ancho; el macho es más pequeño y mide de 80 a 100 μm de largo por 40 a 60 μm de ancho ^{6,11,65,66,67}. Las formas inmaduras (huevos y ninfas), suelen ser de mayor tamaño que los adultos ⁶³.

El ácaro tiene cuerpo oval color blanco perlado o amarillo pardo, se divide en gnatosomas (parte anterior del cuerpo) e idiosoma (cuerpo), posee cuatro pares de patas, el primer par termina en una uña, el segundo y el tercer par llevan doble uña y el cuarto par depende del sexo, en la hembra presenta dos largas sedas, en el macho esta modificado como órganos sexuales accesorios (familia *Tarsonemidae*) ^{4,11}.

El ácaro está dotado de gran cantidad de setas (pelos táctiles) que le ayudan a localizar los espiráculos y a trasladarse en distintas regiones anatómicas de la abeja ⁶.

b) CICLO DE VIDA

Este se divide en dos fases, la más larga ocurre cuando el ácaro se encuentra dentro del sistema respiratorio de la abeja y la otra fase cuando el ácaro migra de una abeja a otra, siendo aquí donde éste se encuentra vulnerable al tratamiento químico ⁶³.

Dentro de la tráquea se realiza todo su ciclo biológico ^{21,4} en el sistema respiratorio de la abeja adulta se pueden encontrar los tres estados que presentan los ácaros (adulto, larva y huevo) ⁶³ el ciclo reproductor del ácaro es de unas tres semanas ²² que comprende aproximadamente de 12 a 15 días ¹¹.

El ciclo biológico inicia cuando una hembra fecundada penetra por el primer par de estigmas respiratorios de las abejas ⁴ jóvenes menores de seis días ⁶³. Penetrando en la tráquea de la abeja que todavía no ha cumplido el décimo día de vida, puesto que a partir de este momento los pelillos de la entrada de la tráquea se endurecen e impiden su penetración ^{22,26}.

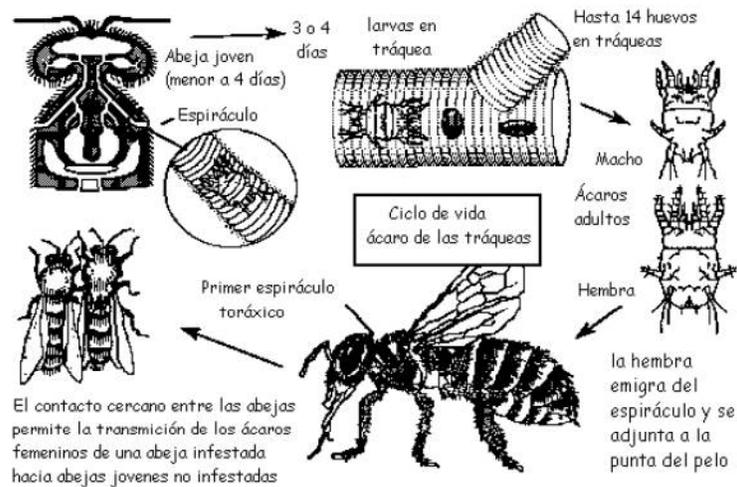
Abejas de mayor edad son inmunes a la penetración del ácaro, se cree que se debe al endurecimiento de los pelos que rodean los espiráculos del primer par de tráqueas torácicas por donde normalmente penetran los parásitos, éste afecta a la abeja reina, obreras y zángano ⁶³.

Guiándose por las corrientes de aire producidas por los movimientos respiratorios de la abeja, encuentran el espiráculo de la tráquea ⁶ allí se alimenta de hemolinfa, para lo cual destruye el tejido traqueal ¹¹.

Una vez en la tráquea la hembra ovoposita entre cinco a siete huevos ^{6, 66} que fija en las paredes del conducto respiratorio. Los huevos eclosionan a los cuatro días, llegando a su madurez sexual: las hembras a los 13 a 15 días y los machos a los 11 o 12 días ^{4, 63, 64, 65, 66} (FIGURA 4).

En el interior de las tráqueas las hembras y machos se aparean, luego de lo cual la hembra fertilizada abandona las tráqueas de la abeja huésped para alcanzar otra abeja susceptible ^{63, 64}(FIGURA 4).

FIGURA 4. CICLO DE VIDA DE *Acarapis woodi*



Tomado de Delannoy, Estudio de la incidencia del ácaro de las tráqueas (*Acarapis Woodi* Rennie Acarina: Tarsonemidae) en abejas adultas (*Apis mellifera* L. Hymenoptera: Apidae) y Asociación de los resultados a características del apicultor, 2006⁶³.

c) EPIZOOTIOLOGIA

En México esta parasitosis es endémica ⁴ los altos niveles de infestación se hacen aparentes después de largos periodos de confinamiento de las abejas dentro de sus colmenas (mal tiempo, lluvias, vientos. poca floración) ^{6, 66}.

La infección está dada por la proximidad de abejas viejas y jóvenes ⁴, cuanto más tiempo vivan las abejas, mayor será el número de generaciones de ácaros que se desarrollen en el mismo hospedero ⁶³.

La transmisión del ácaro se ve favorecido por el pillaje, la deriva de las abejas, colonias silvestres parasitadas, comercio incontrolado (compra-venta) de colmenas, núcleos, paquetes o reinas parasitadas ^{4,6,64}.

Los ácaros no son capaces de sobrevivir sin un huésped vivo por más de dos o tres horas ^{66, 11}. Por eso ni la miel ni el equipo son fuentes de contaminación ⁶.

El contagio se ve favorecido por la circulación de los zánganos de colmena a colmena ¹¹.

d) PATOGENIA

Las abejas jóvenes (menores de seis días), son infestadas por el ácaro hembra cuando establecen contacto con abejas de mayor edad ^{6, 66} los ácaros infestan principalmente el sistema respiratorio traqueal de las abejas adultas e invaden el primer par de tráqueas, ubicado a ambos lados del tórax ⁴.

El *Acarapis woodi* pasa de los pelillos del tórax de la abeja enferma a los de la abeja susceptible, se sujeta con ayuda de sus uñas. Posteriormente y guiándose por las corrientes de aire producidas por los movimientos

respiratorios de la abeja, encuentran el espiráculo de una tráquea, a través del cual penetran ⁶⁶.

A. woodi se alimenta de hemolinfa (tanto como ninfas como adultos) la cual succiona perforando la pared traqueal con el gnatosoma y ocasiona daño mecánico formando gránulos de melanina que limitan el intercambio gaseoso ⁴.

Al perforar la tráquea con la ayuda de sus ganchos mandibulares genera lesiones de queratinización y melanización, consideradas patognomónicas (típicas) para el diagnóstico en el laboratorio ⁶³. El daño en la pared traqueal se cree que puede provocar la entrada de patógenos ocasionales ⁴. (FIGURA 5).

FIGURA 5. Fotografía de una tráquea sana y una afectada por *Acarapis woodi*, mostrando lesiones patognomónicas típicas.



Tomado de Guzmán, Patología, diagnóstico y control de las principales enfermedades y plagas de las abejas melíferas, 2012 ⁶⁷.

El insuficiente aporte de oxígeno a los músculos de vuelo a consecuencia de la obstrucción mecánica en las tráqueas con ácaros, explica por qué las abejas pierden habilidad para volar; provocando degeneración muscular en la articulación del ala y se ven perpendiculares al cuerpo y las alas se ven caídas^{4,63}.

Los ácaros adultos, larvas, huevos y restos de muda y deyecciones provocan una disnea, debido a la obstrucción que producen en el hospedador y las tráqueas pierden su permeabilidad y elasticidad, se hacen quebradizas y el depósito de toxinas en la hemolinfa puede provocar una septicemia en la abeja⁶³.

El tiempo de vida disminuye en un 30% en una abeja enferma^{4, 6, 67}. La susceptibilidad de las abejas disminuye rápidamente a partir de su primer día de vida, el acicalamiento es el mayor componente de resistencia al ácaro⁴ ya que las abejas utilizan sus piernas medias para retirar los ácaros lejos de su abertura traqueal⁶⁹.

Existen teorías de cómo el ácaro elige a las abejas, entre éstas se mencionan:

- El ácaro hembra adulto se guía por las corrientes de aire producidas por los movimientos respiratorios (anemotaxia positiva) y la vibración de los músculos cercanos a las alas (vibrotaxia) encontrando el estigma respiratorio por el cual penetra⁴
- Origen mecánico y no inmunológico se presenta debido al impedimento que supone la corona de pelos que rodea el primer estigma traqueal. Estos pelos ligeros y flexibles, son propios de la

abeja joven, de entre uno y nueve días de vida, mientras que en las abejas viejas son más fuertes y construyen una barrera difícil de superar ^{4, 66}

e) SIGNOS CLINICOS

En la acariosis no siempre se observa signos clínicos, ya que generalmente son evidentes cuando los niveles de infestación son muy altos (más del 50%)^{6, 67}.

Cuanto más tiempo vivan las abejas mayor será el número de generaciones de ácaros que se desarrollen en el mismo hospedero. Las abejas de verano, que son de vida más corta, no suelen llegar al periodo de formación de costras y manchas oscuras en las tráqueas. A diferencia de las de invierno en las que se ha llegado a comprobar la presencia de más de 100 ácaros, los cuales suelen producir diferentes trastornos en las abejas ⁶³.

Tras provocar la obstrucción mecánica de las vías respiratorias se le une la absorción de la hemolinfa, y de forma indirecta las lesiones de la tráquea ^{63, 66} se produce una degeneración de los músculos alares, las afectadas tienen dificultad para levantar vuelo y las alas parecen dislocadas hacia adelante^{11,63, 66}.

El ácaro al encontrarse en el primer par de tráqueas, se ubica a la altura de las alas, debajo de esta articulación existe un complejo sistema nervioso y sobretodo muscular. Estos músculos que mueven las alas son muy potentes,

por lo que el ácaro con el fin de alimentarse, rompe el sistema muscular y nervioso, con lo cual impide que la abeja pueda volar normalmente ⁶³.

Su abdomen se aprecia distendido, ya que la evacuación de excremento se efectúa durante el vuelo ^{26, 67} hay una intoxicación, debido a la difusión en la hemolinfa de la saliva de los parásitos. De esta forma, la abeja queda tan debilitada que resulta una presa fácil para contagiarse de otras enfermedades.

⁶³. Otras abejas presentan el tórax desprovisto de vellosidades se ve negro y brillante ⁶.

La incapacidad para volar y la forma de arrastrarse constituyen los síntomas más evidentes, pero también están asociadas en casos de hambre, envenenamiento por insecticidas o por consumo de alimentos fermentados en exceso, cambios bruscos en la temperatura ambiental o en casos de otras enfermedades como nosemosis*, amebiasis** y parálisis*** ^{30,6, 67}.

*También llamada nosemosis o enfermedad de la desaparición espontánea, es una parasitosis intestinal de las abejas adultas, causada por el protozoario *Nosema Apis*, la enfermedad se caracteriza por el debilitamiento y muerte prematura.

**Parasitosis de los tubos de Malpighi (órganos de excreción que hacen la veces de riñones) en abejas adultas, causada por un protozoario.

***También llamado síndrome de la abeja negra, causada por varios tipos de virus, los más comunes son el virus de la parálisis aguda y de la parálisis crónica.

Como se mencionó anteriormente la sintomatología de *A. woodi* no se especifica y el único diagnóstico eficaz es el que puede realizar un laboratorio.

63.

Esta enfermedad es más controlable que otras, ya que el ácaro no forma masas infectantes por no vivir fuera del huésped. Al morir la abeja el ácaro muere casi inmediatamente ⁶³.

La acariosis es difícil de erradicar una vez que adquiere un carácter enzoótico, por ello se recomienda que en zonas donde la enfermedad es prevalente, se efectúe un muestreo de todos los apiarios, por lo menos una vez al año, con suficiente tiempo antes de la floración, para tratar a todos aquellos apiarios que muestren niveles de infestación del 35% o superiores ya que existe una correlación positiva entre baja productividad y niveles de acariosis mayores al 35 % ⁶⁷.

f) DIAGNOSTICO

Aunque la época del año, las condiciones climáticas y el cuadro clínico nos pueden ayudar con el diagnóstico, no puede establecerse con certeza a nivel de campo, por lo que se requiere ayuda de un laboratorio ^{6,26}.

De acuerdo a la biología, ubicación y tamaño de *A. woodi*, es necesario efectuar el análisis de laboratorio para detectar la presencia de ejemplares en el interior de las tráqueas ⁶³.

Para llegar al diagnóstico definitivo, la muestra debe de ser de aproximadamente 50 abejas y deben de ir en frascos de alcohol al 70% con los datos de una etiqueta de colecta. La infección se debe detectar antes del invierno, pues es ahí donde los ácaros afectan severamente a las abejas debido al estrecho contacto que tienen ⁴. Si no se procesan de inmediato se pueden congelar ⁶³.

El procedimiento para el diagnóstico se llama disección del anillo torácico, con ayuda del microscopio estereoscópico, cada abeja es sujeta por el tórax, en posición decúbito dorsal, con pinzas de relojero se quita la cabeza y el primer par de patas, con un movimiento hacia arriba y hacia adelante es expuesto el mesotórax, se quita el anillo torácico; al tener 10 anillos torácicos por muestra se agrega una gota de ácido láctico por cada anillo torácico y 24 horas después las tráqueas son separadas con agujas de disección y observadas en el microscopio estereoscópico, posteriormente con el microscopio óptico a 10x se hace el conteo de los ácaros y se divide entre el número de tráqueas ^{4,63,65}.

Los ácaros se ven fácilmente como pequeños corpúsculos ovales a través de las paredes de las tráqueas. Si no hay ácaros las tráqueas aparecerán limpias y transparentes. En caso de que la infestación sea grave, se puede observar una gran cantidad de ácaros en sus diferentes estados ⁶³.

También se observan tráqueas que aunque no tengan ácaros, pueden estar rotas, lo que indica que el insecto sufrió alguna vez una infestación ⁶³.

Por otra parte, las deyecciones de los ácaros tienen un pigmento, la melanina, que al contacto con el aire que circula por la tráquea se oxida y toma un color

oscuro que las mancha, indica que este es el motivo por el que las tráqueas infectadas aparecen oscuras o negruzcas con manchas irregulares. Además, la melanina al igual que sucede con la saliva del ácaro, contamina la hemolinfa de la abeja y provoca la intoxicación del insecto ⁶³.

g) CONTROL

La acariosis es en la actualidad, un problema de menor importancia ya que los tratamientos antivarroa han logrado combatir estos ácaros ^{22, 66}.

Los productos que tienen acción sobre *A woodi* son los tipo sistémico, ya que al estar presentes en la hemolinfa de la abeja, son consumidos por el parásito ⁶³.

Otras sustancias que se pueden aplicar como tratamientos contra la acariosis son los vapores tóxicos de mentol, ácido fórmico, timol y eucalipto ^{63, 66}.

Los acaricidas de contacto (fluvalinato y oxálico) tienen un control parcial cuando los ácaros salen de los espiráculos para trasladarse de una abeja a otra. Los tratamientos con amitraz o ciamizol también efectúan un relativo control ⁶⁶.

Probablemente la solución para exterminar a los ácaros de las tráqueas a largo plazo será el desarrollo de líneas de abejas resistentes a su ataque ^{6, 67}.

Desde hace años se han estado efectuando esfuerzos por lograr líneas de abejas resistentes a *A. woodi*, logrando una línea Buckfast® -luego de años de cruza y selección con abejas de otras razas. Se han mencionado que ellas han logrado cierto nivel de resistencia ⁶³.

Existen ciertas prácticas de manejo productivo y reproductivo que ayudan a mantener niveles de infestación bajos entre ellas están:

- Los núcleos formados a partir de las colmenas más vigorosas presentan menores tasas de infestación ⁶³
- El proceso de introducción de reinas nuevas otorga un periodo de unos 20 días en los cuales no habrá eclosión de abejas susceptibles ⁶³
- Los núcleos poseen generalmente una población de zánganos reducida, lo que disminuye el fenómeno de deriva ^{63, 66}
- Separar las colmenas una de otra y si es necesario elevarlas, para que las abejas que se arrastran no se introduzcan en otras colmenas ^{63, 66}
- Evitar el pillaje de las colmenas sanas por parte de las parasitadas lo que acarrea la enfermedad ^{63, 66}
- Evitar la enjambrazón en colmenas sospechosas ⁶⁶

Entre los productos que se han utilizado en México se tiene:

- **Mentol sintético o natural:** los cristales de mentol se pueden proporcionar solos o diluidos en alcohol etílico. Cuando se utilizan solos, se ponen 30 g dentro de una bolsita de nylon a la que se

pincha con un clavo delgadito, esto permite la evaporación paulatina del mentol. La bolsa se reemplaza cada vez que el producto se haya evaporado y deberá mantenerse este procedimiento durante un par de meses antes de la floración principal ⁶⁶.

Otra forma es diluyendo 400 g de cristales de mentol en un litro de alcohol etílico al 70%. Se remoja un trapo u otro material absorbente con aproximadamente 80 cc (ml) de la dilución y se introduce al piso de la colmena. El tratamiento deberá repetirse por cuatro ocasiones cada dos semanas, la ventaja es que mantienen bajos los niveles de la enfermedad ^{6, 66}.

- **Amitraz:** ha probado ser eficaz a nivel experimental; se aplica mediante aspersiones directamente sobre los panales ⁶.

La acariosis está siendo controlada, de forma involuntaria, por los tratamientos acaricidas antivarroa, pero esto no es motivo para olvidarse de las graves pérdidas que ha causado esta enfermedad. Por ello, hay que tener muy presente el desconocimiento existente y la mala aplicación de algunos tratamientos contra ácaros ⁶⁶.

10. IMPORTANCIA ECONOMICA

En nuestro país, la actividad apícola data de épocas anteriores a la llegada de los españoles, la explotación de la abeja nativa *Melipona* (sin aguijón), propicio el desarrollo del comercio de miel y cera, conocida esta última como de Campeche ¹.

Cuando se introduce parte de los españoles, la abeja europea *Apis mellifera* (con aguijón), modificó el espectro comercial apícola en nuestro país a causa de que ésta variedad es altamente productora de miel en comparación con la abeja nativa¹.

En la actualidad, nuestro país cuenta con un inventario de dos millones de colmenas trabajadas por 40 mil apicultores, la mayoría de ellos ubicados en zonas marginales ¹.

La crianza de las abejas representa un soporte económico importante para la agricultura, debido no solo a la venta de miel y sus derivados, sino también a los enormes beneficios que ofrece a la polinización de cultivos ^{1,2}.

Además de la polinización de vegetales y la producción de miel, las abejas generan jalea real, polen, propóleos y veneno, productos que permiten incrementar los recursos económicos de los apicultores ^{1,2}.

México ocupa en el ámbito mundial de la miel el cuarto lugar ⁷³ y el quinto lugar como exportador de miel ⁷³, siendo con ello una de las actividades de exportación en el sector pecuario más importante ¹.

Diversos factores han limitado la actividad apícola, lo que ha provocado disminución del inventario de colmenas y de la producción, uno de estos factores es la presencia de enfermedades parasitarias tales como: Varroosis y Acariosis.

Estas parasitosis afectan el desarrollo y la producción de las colmenas. En la mayoría de los casos, las pérdidas económicas suelen ser considerables, ya que los daños provocados por dichas parasitosis van desde una reducción en la producción de miel, hasta la pérdida total de la colonia^{2, 68}.

En lo que corresponde a sanidad apícola, se han hecho muestreos para detectar enfermedades de las abejas, en nuestro país se mantiene una constante vigilancia para detectar oportunamente medidas de control para evitar la diseminación por causas de las parasitosis que afectan a las abejas³.

Es por eso que la apicultura en nuestro país es de gran relevancia socioeconómica, ya que presenta una fuente muy importante de empleos, ingresos y divisas⁵².

En el caso del ácaro *Varroa destructor* es considerado la peor plaga de las abejas a nivel mundial, pues ocasiona pérdidas de hasta 80% en el número de colmenas, así como en la producción apícola³.

A este respecto, se cuenta con la campaña Nacional Contra Varroosis de las abejas y año con año se realizan muestreos en todos los estados del país a fin de monitorear los porcentajes de infestación presentes en las colmenas, lo cual ha permitido tomar las medidas sanitarias necesarias para mantener la producción y productividad de las colmenas de nuestro país³.

11. CONCLUSIONES

De acuerdo a los objetivos planteados para este trabajo recapitulativo y la revisión bibliográfica, es posible concluir lo siguiente:

La actividad apícola en México tiene gran importancia social, económica y ecológica ya que es captadora de divisas por lo tanto es un soporte económico importante para la agricultura, debido a la polinización que las abejas realizan en los cultivos.

Las abejas sufren de diversas enfermedades causadas por virus, bacterias y parásitos. En el caso de los parásitos como varroosis y acariosis, tienen un efecto nocivo en el desarrollo y productividad de las colonias.

Con estas parasitosis, las pérdidas económicas suelen ser considerables, ya que los daños provocados van desde una reducción en la producción de la miel, hasta la pérdida total de la colonia.

Con varroa hay debilitamiento de la colonia, desnutrición en abejas hospederas a las que les succiona la hemolinfa y favorece el desarrollo de otros patógenos como: Loque americana, Loque europea, Cría de cal, Cría de piedra y Parálisis de la abeja. Ya que esta parasitosis provoca el 50% de mortalidad en las colmenas, cuando la infestación es baja, no hay manifestación evidente de la enfermedad.

En México se ha demostrado que esta parasitosis puede ocasionar pérdidas de más del 60% en producción de miel ⁴.

Es un problema sanitario para la apicultura en México, -ya que esta actividad es de gran importancia en el sector agropecuario, a pesar de los esfuerzos- y recursos que se invierten -se ha convertido en una seria amenaza para su desarrollo.

Se hace difícil la lucha contra este parásito, ya que parasita al mismo tiempo a la cría y a las abejas adultas, su metamorfosis es más corta que la de la abeja, y los ácaros desarrollan resistencia a los tratamientos -muy rápidamente, ya que esto se da por el uso indiscriminado por parte de los productores.

En el tratamiento no es recomendable usar productos químicos ya que estos causan residuos químicos en la miel y el polen y son tóxicos para las abejas y los humanos. Los ácidos orgánicos tienen buena eficacia y no dañan a las abejas, algo negativo de estos productos es que el ácaro en los últimos años produjo resistencia a éstos por el uso indiscriminado.

Se plantea la posibilidad de la selección genética de líneas resistentes, colmenas que de manera natural han resistido al parásito sin tratamiento, donde las abejas presentan la capacidad de detectar, retirar y finalmente deteriorar al ácaro, con esto los daños producidos por el ácaro no son excesivamente graves, existiendo un alto grado de tolerancia por parte de las abejas.

También hay que tomar en cuenta el control biológico, ya que éste no afecta a las abejas ni los productos de la colmena, provocando un 76% de mortalidad en el ácaro a partir de la toxina de *Bacillus thuringiensis*.

En el caso del hongo *Metarhizium anisopliae*, -tiene la capacidad de sintetizar toxinas que son utilizadas por el patógeno hospedador, ya que tienen la ventaja de que se multiplican y dispersarse fácilmente no contamina el medio ambiente y no son tóxicos, -la supervivencia de las abejas depende del sistema inmune de éstas, ya que tiene respuesta de fagocitar y encapsular cuerpos extraños.

En el caso de acariosis en México es endémica y más aparente en periodos de confinamiento. El acicalamiento es el mayor componente de resistencia al ácaro, ya que las abejas utilizan sus patas medias para retirar los ácaros lejos de su abertura traqueal.

La acariosis es difícil de erradicar una vez que se adquiere, pero en la actualidad es un problema menor ya que los tratamientos antivarroa han logrado combatir los ácaros.

Probablemente la solución para exterminar a los ácaros de las tráqueas a largo plazo será el desarrollo de líneas de abejas resistentes. Las prácticas productivas y reproductivas ayudan a mantener una baja infestación.

12. BIBLIOGRAFIA

1. Ortega C y Ochoa R. Claridades Agropecuarias. La producción de miel en México, modernidad y tradición. México (DF):2004;1:13
2. Becetra F y Contreras F. Imagen Veterinaria. Importancia de la apicultura en México. México (DF):2004;4:1
3. Claridades Agropecuarias. Situación actual y perspectiva de la apicultura en México. México (DF): 2011;3:34
4. Ramírez Nájera Claudia Guadalupe. Determinación de la frecuencia de acariosis traqueal en abejas *Apis mellifera* L. A partir de muestras obtenidas de apiarios ubicados en cinco delegaciones políticas del Distrito Federal entre los años 2002 y 2005. Tesis de licenciatura, UNAM, 2009.
5. Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). Polinización de cultivos. México (DF): PNCAA, 2002.
6. Molina A. Enfermedades y plagas de la abeja melífera occidental. Banco Internacional de Desarrollo, Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria (OIRSA). San Salvador (El Salvador), 1990:49-64.
7. Centro de Estudios Agropecuarios. Serie Agronegocios. Apicultura. México: Editorial Iberoamericana, 2001.
8. Caron D. Honey bee biology and beekeeping. Wicwas Press, LL.C., 5ta edición USA, 2008:2.11-2.24.
9. Winston M. The biology of the hone y bee. Harvard University Press. 1era. Edición USA, 1991:9, 47-71.

10. Ibacache A. Evaluación de cuatro tratamientos alternativos en el control de *Varroa destructor*, Anderson y Trueman en *Apis mellifera* L. en la zona de Valparaíso. (tesis de licenciatura). Valparaíso Chile: Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Chile 2004.
11. Persano A. Apicultura Práctica. AGT editor S.A. Hemisferio Sur, 5ta reimpresión, Buenos Aires, Argentina. 2002:104-107, 116-119,177-183.
12. Recursos para la enseñanza de la biología. La abeja de la miel *Apis mellifera* L. Mackean. 2012
13. Dennis B. Ciclo de abeja *Apis mellifera* L. U.L. [citado 2011] disponible en:
URL: <http://www.harlowbees.co.uk/...ent/uploads/2011/12/>
14. Medina L, May W. enfermedades de las abejas. Ediciones de la Universidad Autónoma de Yucatán. Mérida (Yucatán) México. 2005:15-19.
15. Martínez J, Medina L, Catzin G. Frecuencia de *Varroa destructor*, *Nosema apis* y *Acarapis woodi* en colonias manejadas y enjambres silvestres de abejas (*Apis mellifera* L.) en Mérida, Yucatán, México. Rev Mex Cien Pecu 2011; 2(1)25-38.
16. Huaiquil S, Sepulveda G, Rebolledo R. Sanidad apícola en el valle de Azapa, región de Arica y Parinacota, Chile. IDESIA 2009; 27(2):71-78.
17. May-Itza WJ, Medina LA, Marrufo JC. Eficiencia de un gel a base de timol en el control del ácaro *Varroa destructor* que infesta colonias de abejas *Apis mellifera*, bajo condiciones tropicales. Vet Mex 2007; 38 (1):1-8.

18. Espinosa LG, Guzmán E. Eficacia de dos acaricidas naturales, ácido fórmico y timol, para el control del acaro *Varroa destructor* de las abejas (*Apis mellifera* L) en Villa Guerrero, Estado de México, México. Vet Mex 2007; 38 (1):9-19.
19. Neira M, Heinsohn P, Carrillo R. Efecto de aceites esenciales de lavanda y laurel sobre el ácaro *Varroa destructor* Anderson & Truemann (Acari:Varroidae). Agric Tec 2004; 64 (3).
20. Marcangeli J, García M. Control del ácaro *Varroa destructor* (Mesostigmata: Varroidae) en colmenas de *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae) mediante la aplicación de distintos principios activos. Rev Soc Entomol Argent 2003; 62 (3).
21. Pérez JA, Cervantes T. Selección para la tolerancia a *Varroa jacobsoni* Oud. en una población de abejas euroafricanas. Agrocienca 2001; 35 (4): 413-421.
22. Ravazzi G. Cría rentable "las abejas", Ed. De Vecchi. Barcelona (España), 2004: 128-129, 142-153.
23. Spivak M y Reuter GS. *Varroa destructor* infestation in untreated honey bee (Hymenoptera: Apidae) colonies selected for hygienic behavior. Entomology Society of America 2001; 94(2):326-331.
24. Anderson y Trueman. *Varroa jacobsoni* (Acari:Varroidae) is more than one species. Experimental and Applied Acarology 2000; 24:165-189.

25. Chihu D, Rojas L y Rodriguez S. Presencia en Veracruz, México del ácaro *Varroa jacobsoni*, causante de la varroasis de la abeja melífera (*Apis mellifera* L.). *Tèc Pecu Mex* 1992;30 (2);133-135.
26. Pierre Jean-Prost. Apicultura “Conocimiento de la abeja, manejo de la colmena”. Ediciones Mundi Prensa. España. 2001.
27. Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria (SENASA). Manual de procedimientos, enfermedades de las abejas. Buenos Aires (Argentina): 2004.
28. Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y alimentación (SAGARPA). Patología Apícola. México (DF): PNCAA, 2002.
29. Carrillo JL y Muñoz R. acaricidas sintéticos y naturales para el control de *Varroa destructor* en colmenas de *Apis mellifera* L. Universidad Autónoma Agraria, Narro. U.L. [citado 2003] disponible en: URL: <http://uaaan.mx/DirInv/Rdos2003/ecologia/syntetic.pdf>.
30. Root A. A B C y X Y Z de la apicultura: enciclopedia de la cría científica y práctica de las abejas. Hemisferio Sur. Buenos Aires (Argentina), 2002:4-5, 682-683.
31. Nogueira-Couto RH y Couto LA. Development of *Apis mellifera* (africanized) hives infected with the mite *Varroa jacobsoni*. *ARS Veterinaria* 1996; 12 (1):95-103.

32. Calderón RA, Sánchez LA y Ramírez JF. Síndrome parasitario del ácaro *Varroa destructor*. Importancia y perspectiva en Costa Rica. Boletín de Parasitología 2004; 5(1).
33. Araneda X, Pérez R, Castillo C y Medina L. Evaluación del comportamiento higiénico de *Apis mellifera* L. en relación al nivel de infestación de *Varroa destructor* Anderson & Trueman. IDESIA (Chile) 2008; 26 (2) 59-67.
34. Konczak JL. Evaluación de Bayvarol, Bienenwohl, Apilife Var y ácido oxálico en el control del ácaro *Varroa destructor* Anderson & Trueman (Mesostigmata:Varroidae) en época primaveral en Valdivia, Chile (tesis de licenciatura). Valdivia Chile: Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias, Escuela de Agronomía, 2008.
35. Portales DE. Aplicación primaveral de mentol para el control de *Varroa destructor* Anderson & Trueman, en *Apis mellifera* L (tesis de licenciatura). Valdivia Chile: Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias, Escuela de Agronomía, 2003.
36. Carmenate H y Bolta E. Varroasis: Peligrosa enfermedad de la abeja melífera (II). Diagnóstico y control. Fitosanidad 2004; 8(2) 47-55.
37. Espinosa LG y Medina L. Mortalidad natural –y proporción de ácaros mutilados de *Varroa jacobsoni* OUD. y su relación con la infestación en abejas adultas en colonias de *Apis mellifera* L. en Yucatán, México. VI Congreso Ibero-Latinoamericano de Apicultura, Mérida, Yucatán, México 1998:100-102.

38. Schmidt V, Carrillo R y Neira M. Comparación de dos formas de aplicación del acaricida orgánico Bienenwohl en el control de *Varroa destructor* Anderson & Trueman. *Agro Sur* 2005; 33(2)43-48.
39. Damiani N y Marcangeli J. Control del parásito *Varroa destructor* (Acari: Varroidae) en colmenas de la abeja *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae) mediante la aplicación de la técnica de entrapado. *Rev Soc Entomol Argent* 2006;65 (1-2).
40. Marcangeli J, García M, Cano G y Distéfano L. Eficacia del Oxavar para el control del ácaro *Varroa destructor* (varroidae) en colmenas de *Apis mellifera* (Apidae). *Rev Soc Entomol Argent* 2003; 62(3-4).
41. Schmidt V, Neira M y Carrillo R. Evaluación comparativa de los acaricidas Bayvarol (flumetrina) y Apilife var (timol, eucalipto, mentol y alcanfor) en el control del ácaro *Varroa destructor* Anderson & Trueman en época primaveral. *Agro Sur* 2008; 36(1):8-14.
42. Vásquez J, Narrea M y Bracho J. Efecto del ácido oxálico, ácido fórmico y coumaphos sobre *Varroa destructor* (Acari: Varroidae) en colonias de abejas. *Rev Peru Entomol* 2006; 45:149-152.
43. Aguirre JL, Demedio J y Roque E. Eficacia varroicida del ácido oxálico en jarabe de sacarosa por goteo. *Rev Salud Anim* 2007; 29 (2).
44. Cánovas JA. *Varroa (Varroa jacobsoni)* situación actual y métodos de control. VII Congreso SEAE Zaragoza, España 2006.

45. Albo G, Henning C y Reynaldi F. Dosis letal media (DL₅₀) de algunos aceites esenciales y biocidas efectivos para el control de *Ascosphaera apis* en *Apis mellifera* L. Red Vet 2010; 11(10):1-12.
46. Figueroa AP. Análisis de residuos de aceite esencial mentol en miel de abejas, *Apis mellifera* L. tesis de licenciatura). Valdivia Chile: Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias, Escuela de Agronomía, 2003.
47. Principal J, Esencia de eucalipto para controlar *Varroa destructor* en colonias de *Apis mellifera* L. [citado 2005] disponible en: URL: http://pegasus.ucla.edu.ve/ccc/revista/Vol_9/prueba3.htm
48. Le Conte Y, Crauser D y Becard J. Relación huésped-parásito, para *Varroa destructor* y su importancia en la selección de abejas tolerantes, a este parásito. Agro Sur 2007; 35(1):61-63.
49. Flores JM, Ruiz JA y Ruz JM. Características de resistencia natural de *Apis mellifera* ibérica frente a *Varroa jacobsoni*. Memorias de II Congreso de la sociedad Española de Agricultura Ecológica. (Pamplona) España 1996.
50. Espinosa LG, Guzmán E y Sánchez A. Estudio comparativo de tres pruebas para evaluar el comportamiento higiénico en colonias de abejas (*Apis mellifera* L.). Vet Mex 2008; 39(1):39-54.
51. Medina C. El comportamiento higiénico de la abeja *Apis mellifera* y su aplicación en el control de la varroosis. Veterinaria Zacatecas 2007;1(3):13-20.
52. Arechavaleta ME, Alcalá KI, Robles CA y Sánchez A. -El comportamiento de acicalamiento de la abeja melífera y su impacto sobre los niveles de

infestación de *Varroa destructor* A. de las colonias. Memorias del 15º Internacional de Actualización Apícola; 2008 mayo 28-30; Tuxtla Gutiérrez (Chiapas) México. Asociación Nacional de Médicos Veterinarios Especialistas en Abejas, AC, 2008:174-177.

53. Araneda X, Bernaldes M y Solanos J. Comportamiento de acicalamiento de abejas (Hymenoptera: apidae) sobre *varroa* (Mesostigmata: Varroidae). Revista Colombiana de Entomología 2010; 36(2):232-234.

54. Flores JM. Selección de abejas tolerantes a *varroa*. Memorias del IX Jornada Malagueña de Apicultura; 2007 febrero 10; Antequera (Málaga) España.2007.

55. Espinosa E, Lara J y Colina O. Susceptibilidad de larvas, pupas y abejas adultas a aislamiento de *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill; *Metarhizium anisopliae* (Sorokin) y *Paecilomyces fumosoroseus* (Wize). Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal 2011; 36(2):148-152.

56. Márquez ME, Fernández O y Díaz D. Evaluación de un producto de *Bacillus thuringiensis* para el control de la varroasis. Fitosanidad 2003;7(1):3-8.

57. Molina NS. Control de *Varroa destructor* Anderson & Trueman en *Apis mellifera* L. con el aislamiento Qu-M845 de *Metarhizium anisopliae* (Metschnikoff) sorokin, en condiciones de campo (tesis de licenciatura). Chillán Chile: Universidad de Concepción, Facultad de Agronomía. 2010.

58. Méndez CM. Evaluación de panales zanganeros, como método biotécnico, para el control del ácaro *Varroa destructor* Anderson & Trueman, en colonias

de *Apis mellifera* L. (tesis de licenciatura). Valdivia Chile: Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias, Escuela de Agronomía. 2004.

59. Pérez NM. Control alternativo de *Varroa destructor* Anderson & Trueman utilizando panales zanganeros sintéticos (tesis de licenciatura). Valdivia Chile: Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias, Escuela de Agronomía. 2006.

60. Silva AF. Evaluación del ácido oxálico sobre *Varroa destructor* Anderson & Trueman (Acari: Mesostigmata), aplicado en otoño sobre colonias de *Apis mellifera* L. (tesis de licenciatura). Valdivia Chile: Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias, Escuela de Agronomía. 2006.

61. Sanabria JL, Demedio J y Pérez T. Varroasis de las abejas. Asociación Cubana de Producción Animal (ACPA) 2004;2:38-41.

62. Guzmán NE. La acariosis de las abejas melíferas en México. [citado 1997] disponible en; URL ; <http://www.conasamexico.org.mx/mesa7pdf>.

63. Delannoy CD. Estudio de la incidencia del ácaro de las tráqueas (*-Acarapis woodi* Rennie Acarina: Tarsonemidae) en abejas adultas (*-Apis mellifera* L. Hymenoptera: Apidae) y asociación de los resultados a características del apicultor. -(Tesis de licenciatura). Valdivia (Chile), 2006.

64. Bruno S. Enfermedades de las abejas, nociones prácticas. Ciencia y Abejas. 2003.

65. SAGARPA. Manual de patología apícola. Coordinación general de ganadería. [citado 2010] disponible en : URL; <http://www>.

Sagarpa.gob.mx/ganadería/Publicaciones/Lists/Manuales%20apcolas/Attachment/5/manpato.pdf.

66. Del Hoyo M, Torees JO, azcona M. Acariosis. Buenos Aires, Argentina. Boletín Apícola 2003;23 :10-16.

67. Guzmán NE, Correa BA, Zozaya RA. Patología, diagnóstico y control de las principales enfermedades y plagas de las abejas melíferas. Imagen Editorial Yire, México DF, 2012.

68. Calderón RA. Uso adecuado de medicamentos en la apicultura. Memorias VIII Congreso Nacional de Apicultura; 2005 octubre 20- 21; San Jose, Costa Rica: Instituto Nacional de Aprendizaje, 2005: 7-12.

69. Valega O. La genética Apícola. [citado 2007] disponible en; URL: http://apijuneda.com/index_archivos_/informes/GeneticaApicola.doc.

70. Dirección provincial de educación técnico profesional, dirección de educación agraria. Manual de apicultura 1er. Año ciclo básico agrario. [citado 2010] disponible en ; URL: <http://www.easdonboscouribe.edu.ar/files/MANUAL%20DE%20APICULTURA.pdf>

71. Universidad Nacional Abierta y a distancia. Sistema de producción apícola. [citado 2003] disponible en , URL: <http://www.datateca.unad.edu.co/contenidos/7201518/contLinea/lección14fecundacionycicludevida.html>.

72. Martínez JF, Alcalá KI. Prevención de Varroosis y suplementación. SAGARPA, México (DF) 2011.

73. Cruz A. Hallan en muestras de miel de abeja mexicana polen de soya transgénico [citado 2014] disponible en, URL: <http://www.cronica.com.mx/notas/2014/813917.html>.