



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA**

**VARROASIS: INFESTACIÓN Y CONSECUENCIAS NEGATIVAS
EN LA ABEJA (*Apis mellifera*).**

T E S I N A

QUE PARA ÓBTENER EL TÍTULO DE

MEDICA VETERINARIA ZOOTECNISTA

PRESENTA:

María Fernanda García Sánchez

ASESORES:

Dr. Benjamín Valladares Carranza

Dr. César Ortega Santana

Toluca, México. Septiembre 2024.



RESUMEN

Varroasis: Infestación y consecuencias negativas en la abeja (*Apis mellifera*). María Fernanda García Sánchez. (bajo la asesoría del Dr. Benjamín Valladares Carranza y el Dr. César Ortega Santana).

El objetivo de este trabajo fue conjuntar información sobre la Varroasis enfermedad parasitaria que afecta a la abeja (*Apis mellifera*), considerando las fases de infestación y las consecuencias negativas que implican en la salud y productividad de las colmenas. En el análisis de la información se consideró: Características de las colmenas de la abeja *Apis mellifera* (capítulo 1); productos derivados de la colmena, composición y elaboración (capítulo 2); y, *Varroa destructor* y condiciones negativas en la apicultura (capítulo 2). La abeja *Apis mellifera* forman parte de los insectos himenópteros, denominadas también como insectos antofilos, las abejas desempeñan un papel crucial en la polinización de las plantas, convirtiéndolas en una especie vital para la biodiversidad y la seguridad alimentaria. Razón que el hombre ve la oportunidad de desempeñar la actividad de crianza y cuidado de las abejas, puesto que, a través de su organización social en colmenas, las abejas tienen una división clara de roles y tareas que les permite sobrevivir y prosperar como comunidad, otorgándole a las personas la capacidad de obtener los productos derivados de la colmena (miel, polen, propóleo, apitoxina, cera y jalea real) y comercializar subproductos. Sin embargo, esta actividad se ve afectada por diferentes factores, pero el principal problema sanitario es ocasionado por *Varroa destructor* o mejor conocida como Varroasis, enfermedad de fácil propagación, que afecta a la abeja en su estadio de pupa a larva y en su adultez, causando múltiples afectaciones como: debilitamiento de la colonia, nerviosismo, inquietud, mortandad de la cría, así como mal formaciones en alas, patas, abdomen y tórax. Para la prevención o control de la *Varroa*, previo a los tratamientos químicos (fluvalinato y flumetrina), se deben realizar diagnósticos en campo para verificar el grado de infestación de las colonias, seguir las instrucciones del fabricante, evitando la contaminación ambiental y de resistencia. Para elevar la producción y mejorar la calidad de los productos de origen apícola, es necesario establecer un control estricto sobre las poblaciones de colmenas afectadas por el ácaro

Varroa, que permita que la apicultura nacional se desarrolle en mejores condiciones sanitarias.

Palabras clave: Abejas, *Varroa destructor*, *Varroasis*, apicultura.

ÍNDICE

	Pág.
RESUMEN.....	i
ÍNDICE.....	ii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	iii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II JUSTIFICACIÓN	4
III. OBJETIVOS	5
IV. MATERIAL.....	6
V. MÉTODO.....	7
Capítulo 1. Características de las colmenas de la abeja <i>Apis mellifera</i>	8
Capítulo 2. Productos derivados de la colmena, composición y elaboración	16
Capítulo 3. <i>Varroa destructor</i> y condiciones negativas en la apicultura	27
VI. LÍMITE ESPACIO.....	48
VII. LÍMITE DE TIEMPO.....	49
VIII. CONCLUSIONES	50
IX SUGERENCIAS.....	51
X LITERATURA CITADA	52

ÍNDICE DE FIGURAS

No.	Título	Pág.
1.	Taxonomía de las abejas.....	8
2.	Esquema de un pelo plumoso de una abeja.....	9
3.	Esquema de la pata posterior de una abeja corbiculada	9
4.	División anatómica de la abeja.....	10
5.	Partes de la cabeza de la abeja.....	11
6.	Partes del tórax de la abeja.....	11
7.	Partes del abdomen de la abeja.....	12
8.	Identificación de la abeja reina.....	13
9.	Identificación de zánganos en panal.....	13
10.	Abeja obrera recolectando néctar.....	15
11.	Abeja obrera transportando polen.....	15
12.	Productos de la colmena.....	16
13.	Abeja desprendiéndose tanto del aguijón como de su tracto digestivo, músculos y nervios.....	25
14.	Una hembra de <i>Varroa destructor</i> vista por su parte dorsal (A) y vista por su parte ventral (B).....	29
15.	Fila superior de izquierda a derecha: protoninfa, deutoninfa y adulto. En la fila inferior de izquierda a derecha: hembra joven, hembra adulta y macho adulto.....	30
16.	Proceso y desarrollo de la <i>Varroa</i> en la fase de larva y pupa, fase reproductiva.....	31
17.	Ciclo biológico de la <i>Varroa</i>	32
18.	Fase forética de la <i>Varroa</i> en abejas.....	33
19.	Esquema comparativo entre los ciclos de las abejas y varroas.....	34
20.	La manipulación del apicultor es uno de los medios que favorecen la propagación de la Varroasis.....	34
21.	Abeja con malformación en alas.....	35
22.	Diagnóstico de la Varroasis.....	36
23.	Localizaciones preferentes de las varroas forética.....	36

24.	Trampa para el diagnóstico de <i>Varroa</i>	38
25.	Toma de muestra para monitoreo de <i>Varroa</i> sobre cría de obrera operculada.....	39
26.	<i>Varroa</i> sobre pupas de abejas.....	39
27.	<i>Varroa</i> en pre-pupas de abejas.....	39
28.	La pirámide para el manejo integrado de plagas (MIP) del ácaro <i>Varroa destructor</i>	41
29.	Forma de aplicación o tratamiento con ácido oxálico en la colmena contra varroasis.....	42
30.	Forma de aplicación o tratamiento con timol en la colmena contra <i>Varroasis</i>	43
31.	Forma de aplicación o tratamiento natural de timol en la colmena contra <i>Varroasis</i>	44
32.	Productos químicos: fluvalinato y flumetrina para el tratamiento contra varroasis.....	44
33.	Plantas usadas para el tratamiento y/o control de la <i>Varroasis</i>	45

I. INTRODUCCIÓN

Las abejas son una parte esencial en la naturaleza con grandes beneficios para el hombre, ya que son los principales polinizadores de las plantas con flores (angiospermas), el grupo de plantas vasculares en todo el mundo. A la fecha se han descrito más de 16.000 especies de abejas, y su historia evolutiva se remonta al Cretácico temprano, un período de importante diversificación de las angiospermas. Es muy probable la correlación de la existencia de las abejas y las angiospermas haya ocurrido al mismo tiempo, lo que significa que la diversificación de las abejas puede haber contribuido a la diversificación de las angiospermas y viceversa. Hoy, en día, las abejas desempeñan un papel vital en los ecosistemas como polinizadores primarios de plantas con flores en ecosistemas naturales y agrícolas (Alexander y Michener, 1995, Guzmán, 2021).

Las abejas son los más destacados organismos polinizadores de muchos cultivos de importancia económica (como: la manzana, sandía, calabaza, café, tomate y girasoles, entre otros). El impacto económico y ecológico de las abejas es inmenso. Se estima que las abejas melíferas por sí solas contribuyen con 14 mil millones de dólares al año en la economía estadounidense, se ha estimado que las abejas nativas (abejas no melíferas) aportan aproximadamente 3 mil millones de dólares en servicios de polinización a la economía estadounidense cada año. Las abejas son esencialmente herbívoros especializados. Sin embargo, son herbívoros inusuales porque sus efectos sobre las plantas no son del todo negativos: son polinizadores importantes y eficientes (con algunas excepciones) de muchas plantas angiospermas y su impacto como polinizadores debe superar con creces su impacto en la producción de diversos productos para el consumo y uso por el hombre (Michener, 2000; Guzmán-González *et al.*, 2023).

También son insectos sociales importantes. Las abejas que se han estudiado y en las que se ha visto la relación con el ecosistema han sido la abeja melífera y las corbiculadas las cuales han servido como modelos para comprender la dinámica dentro de las colonias de insectos eusociales. Lo notable, quizás para muchos, es que una proporción relativamente pequeña (aproximadamente el 6%) de todas las abejas son eusociales (lo que muestra división reproductiva del trabajo, superposición de generaciones y cuidado cooperativo de las crías). La gran mayoría son especies que nidifican en solitario y tienen un ciclo de vida univoltino (Michener, 2000; Guzmán, 2021).

Desde hace algunas décadas, la apicultura es una actividad agropecuaria enfocada en la crianza de abejas (*Apis mellifera*), durante este proceso de desarrollo, es importante brindar los cuidados especializados a los apiarios, esto con el propósito de producir la materia prima y la elaboración de productos que pueden ser comercializados. En este sentido, a nivel global, solamente 10 países venden el 78% de la miel que se mercantiliza; a su vez, solo cuatro de los diez países entre ellos México, aportan el 50 % de la producción mundial. Motivo por el cual, la apicultura es una actividad trascendental en el país, debido a que alrededor de 40 mil apicultores, que son en su gran mayoría campesinos, dependen económicamente del cuidado de las abejas (González *et al.*, 2010).

Sin embargo, dado a las circunstancias socioeconómicas y sistemas deficientes en la apicultura, predominan factores externos que influyen en la producción, lo que tiene enormes consecuencias dentro de la productividad de los apiarios que se refleja en pérdidas económicas (Güemes *et al.*, 2003; Guzmán-González *et al.*, 2023). Los factores climatológicos, así como la presencia de afecciones que pueden afectar más común y frecuentemente a la apicultura es la presencia del ácaro *Varroa destructor*, el cual tiende a infectar a las abejas. Esto se debe, a que la Varroosis es una parasitosis causada por el ácaro *V. destructor* en *A. mellifera*, por lo tanto, se le considera como el principal problema sanitario que afecta a la apicultura a nivel mundial (Martínez, 2022).

El ácaro parásito *Varroa destructor* ha perturbado la industria de la apicultura y la polinización desde que su hospedero original la abeja melífera asiática (*Apis cerana*), coadyuvo para la presentación de la infección en la abeja europea (*Apis mellifera*), esta última utilizada para polinización y la producción de miel a nivel mundial. Los ácaros de *Varroa* son la mayor amenaza para la salud de las abejas. De hecho, existe una gran preocupación por la resistencia de los acaricidas que son utilizados en contra de la población de la *Varroa*, y una grave condición por el costo económico para poderla abatir, lo que ha sugerido que el patógeno con el paso del tiempo han ido adquiriendo un mayor

grado de patogenicidad, así como de resistencia a los tratamientos que usualmente se han aplicado (Traynor *et al.*, 2020).

Este parásito ocasiona pérdidas de hasta un 80% en el número de colmenas, así como en la producción apícola. En México, se detectó por primera vez en 1992 en el estado de Veracruz y actualmente se ha reportado en todas las entidades del país (Situación actual y perspectiva de la apicultura en México, 2010).

Parte de esta problemática, está relacionada con el ciclo biológico del parásito hembra, ya que su proceso reproductivo comprende dos fases: una fase forética y otra fase reproductiva, en la que todos los estadios ninfales y adultos son ectoparásitos forzosos que se alimentan de la hemolinfa de las larvas, pupas, y abejas adultas; de esta manera, la abeja no solo es afectada por las heridas, sino que éstas, se transforman en una vía de entrada para el crecimiento de otros microorganismos. A pesar de que la correlación *Apis mellifera*- *Varroa destructor* es relativamente nueva, los daños que el acaro causa a las abejas son graves, dado a su capacidad de contagio, influye en la disminución de la producción de miel al provocar el debilitamiento de las abejas y mortalidad de las colonias (Espinosa, 2004; Maldonado-González *et al.*, 2017).

El objetivo del presente trabajo fue recopilar información sobre los aspectos generales e importancia de las abejas, así como del ectoparásito *Varroa destructor* como patógeno que afecta de manera notoria a la apicultura, información que pretende ser una guía para el tratamiento y control de esta afectación, y que sirva a los técnicos, productores y personal interesado en salvaguardar el proceso de vida y productivo de las abejas.

II. JUSTIFICACIÓN

A nivel mundial, en determinadas regiones del mundo, la *Varroa* es considerada como una de las peores plagas que afectan a las abejas. En este sentido, al ser un parásito con un proceso de transmisión simple tiende a infectar a gran parte de los apiarios cuando no se cuentan con un programa sanitario o monitoreo de enfermedades. Esta es una razón importante, para investigar con mayor profundidad el tratamiento veterinario enfocado en estas plagas, de acuerdo con los lineamientos técnicos que establecen las leyes nacionales.

Cabe mencionar, que el contacto de *Varroa destructor* con la *Apis mellifera* se caracterizó por la vertiginosa dispersión de la plaga, motivo por el cual es necesario compartir los tratamientos para limitar el ciclo de reproducción de este parásito. También es importante seguir incrementando los conocimientos respecto al tema, ya que se busca beneficiar a los apicultores, con estrategias validadas científicamente, para disminuir las pérdidas económicas que representan.

Por último, dado a la importancia de las funciones de las abejas dentro del equilibrio de los ecosistemas, debido a su función dentro de la reproducción floral y dispersión del polen, se convierten en un eslabón esencial en la producción de más del 70% de nuestras plantas. Por lo tanto, se busca beneficiar con este trabajo, a las poblaciones de abejas, ya que representan la función polinizadora en el medio silvestre y agrícola, siendo de gran valor económico la sustancia y/o productos que producen para la elaboración de diversos subproductos, siendo una industria que favorece a quienes se dedican a esa actividad económica; conociendo, reconociendo y minimizando al máximo los posibles factores de riesgo en los que se vea afectada las colmenas por este ectoparásito.

III. OBJETIVO

Realizar una revisión bibliográfica sistemática sobre la infestación por *Varroa destructor* en las abejas *Apis mellifera* a fin de conocer el riesgo e implicaciones sobre la afectación de este patógeno en la producción y el ciclo de vida de las abejas.

IV. MATERIAL

Para la elaboración de este trabajo se realizó una revisión bibliográfica sistemática de información obtenida de:

Artículos de revistas científicas e información de internet y base de datos, como: PubMed, Science Direct, BlackWell Synergy, Springer Link, BMC, SciELO e ISI Web of Knowledge.

Libros.

Memorias de congresos y reuniones de investigación relacionadas con la temática.

Utilizando equipo de cómputo: computadora e impresora; USB, hojas, lápices y bolígrafos.

V. MÉTODO

El trabajo consistió en una recopilación y selección de información sobre *Varroa destructor* como patógeno que afecta a la abeja (*Apis mellifera*), disponible en español e inglés obtenida a través de buscadores tales como: PubMed, Science Direct, BlackWell Synergy, Springer Link, BMC, SciELO e ISI Web of Knowledge.

Los principales descriptores de interés como estrategia de búsqueda fueron: *Varroa destructor* como patógeno que afecta a la abeja (*Apis mellifera*); con los operadores booleanos utilizados and y or.

En la utilización de la información consultada se dio pauta a aquellos artículos, libros, memorias de congresos relacionados con *Varroa destructor* como patógeno que afecta a la abeja (*Apis mellifera*), otorgando la importancia a las publicaciones más recientes disponibles en red, así como de libros digitales.

Una vez seleccionada, se realizó un análisis de la información para organizarla en capítulos que integraran el trabajo, los cuales son:

Capítulo 1. **Características de las colmenas de la abeja *Apis mellifera***

Capítulo 2. **Productos derivados de la colmena, composición y elaboración**

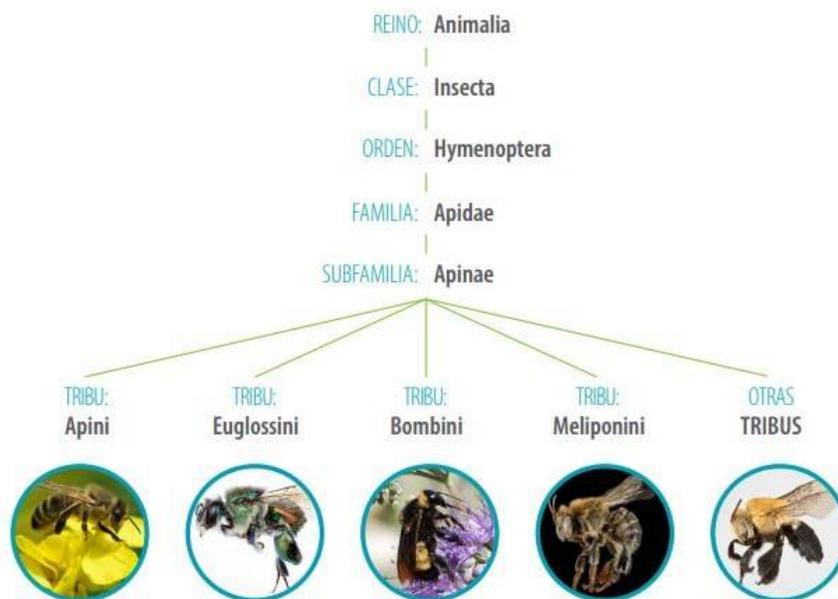
Capítulo 3. ***Varroa destructor* y condiciones negativas en la apicultura**

Capítulo 1. CARACTERÍSTICAS DE LAS COLMENAS DE LA ABEJA *Apis mellifera*

Abeja (*Apis mellifera*)

Generalmente, cuando se habla de las abejas, se piensa solamente en la abeja europea o en la abeja africana, pero estas son variedades de la misma especie: *Apis mellifera*. Esta especie de abejas corresponden al orden de los insectos himenópteros. Dentro de esta clasificación las abejas, han sido examinadas para poder determinar las familias, subfamilias y tribus de las que se deriva la *Apis mellifera* (Ocampo y Santa Catarina, 2019). tal como se muestra en la Figura 1.

Clasificación de la Abejas (*Apis mellifera*)



Fuente: Ocampo y Santa Catarina (2019).

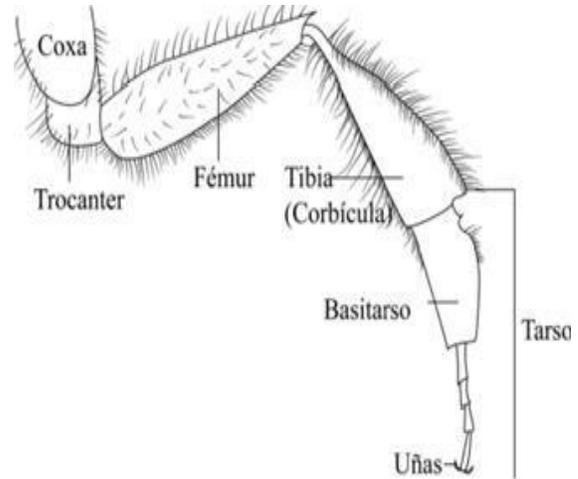
Figura 1. Taxonomía de las abejas

De acuerdo con Farouk *et al.* (2014) las abejas pertenecen a un grupo de familias del orden *Hymenoptera* conocido como “*Apiformes*” o “*Antophila*” que se diversifican de otros insectos del mismo orden por tener: pelos ramificados o plumosos en alguna parte de su cuerpo (Figura. 2), o porque el basitarso de la pata posterior es más ancho que los tarsos que le siguen (Figura. 3).



Fuente: Farouk *et al.* (2014)

Figura 2. Esquema de un pelo plumoso de una abeja.



Fuente: Farouk *et al.* (2014)

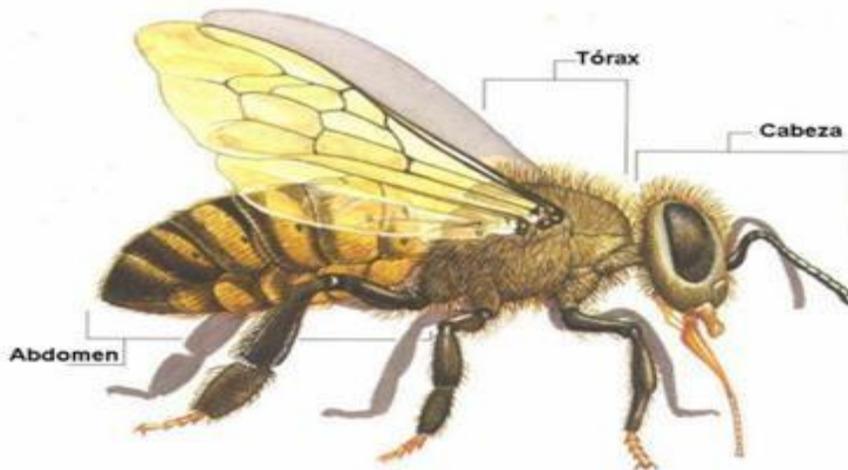
Figura 3. Esquema de la pata posterior de una abeja corbiculada

Distribución

Las abejas son importantes dentro de los ecosistemas de la mayor parte del mundo, por lo que se encuentran en todos los continentes con excepción de la Antártida. El ambiente idóneo para su supervivencia está relacionado con los hábitats donde hay plantas con flores, por eso se denominan insectos antófilos (que aman las flores). La labor de las abejas es fundamental para mantener el equilibrio de la naturaleza, debido al polen que transportan de flor en flor, ya que dicho proceso ocasiona la polinización y fecundación de las flores. De ahí que existan más de 20,000 especies de abejas, destacando a la abeja de miel, la cual convive en colmenas donde cada abeja tiene una función (Guirao, 2022).

Anatomía de la abeja (*Apis mellifera*)

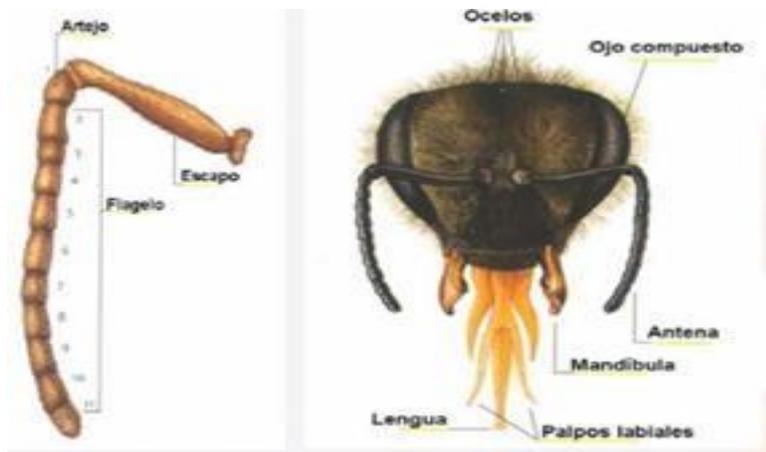
En relación con la anatomía de estos insectos Vásquez *et al.* (2012), hacen referencia al cuerpo de las abejas, dando un retrato acertado de todo el insecto en su etapa adulta, dividiendo en tres planos las principales características: cabeza, tórax y abdomen (Figura 4).



Fuente: Farouk *et al.* (2014).

Figura 4. División anatómica de la abeja

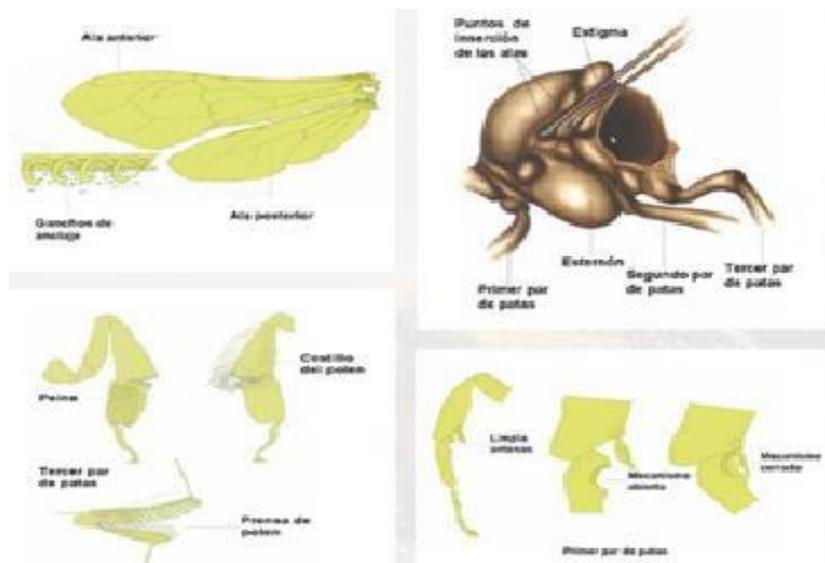
En primer lugar, la cabeza en donde están delimitados lateralmente dos grandes ojos compuestos, de tres óseos u ojos simples en la parte central y superior de la cabeza, también posee dos antenas, el aparato bucal lengua y mandíbula (Vásquez *et al.*, 2012) (Figura 5). El aparato bucal le sirve para manejar materiales sólidos (polen, cera, y propóleo, entre otros materiales), y para succionar líquidos. En segundo lugar, contiene un par de mandíbulas y la probocis (formada por la lengua, las maxilas, el labio y el flagelo). Al mismo tiempo, se sugiere que las funciones que desarrollan con la mandíbula y la probocis son de suma importancia. Funciones que desarrollan con las mandíbulas: Ingestión de polen (alimento); cortar y manipular cera y propóleo, alimentar a las larvas y a la reina; arrastrar abejas muertas fuera de la colmena; labores de seo; función de defensa. Principales funciones de la probocis: Ingestión de materiales líquidos (néctar, miel y agua); intercambio de alimento boca a boca (trofalaxia) entre los diferentes miembros de la colonia (Farouk *et al.*, 2014).



Fuente: Farouk *et al.* (2014).

Figura 5. Partes de la cabeza de la abeja

En tercer lugar, dentro del tórax se encuentran tres segmentos en los cuales se implanta el aparato locomotor de la abeja: dos pares de alas y tres pares de patas. Además de funcionar para su desplazamiento, desempeñan labores de transporte de polen, propóleo, de aseo personal y de actividades delimitadas por su jerarquía dentro de la colmena (Vásquez *et al.*, 2012) (Figura 6).



Fuente: Farouk *et al.* (2014).

Figura 6. Partes del tórax de la abeja.

También, es ineludible mencionar que el abdomen está compuesto por siete segmentos visibles y dos segmentos internos transformados los cuales están agrupados con el aguijón de las trabajadoras o los órganos reproductivos del zángano y la reina (Vásquez *et al.*, 2012) (Figura 7).



Fuente: Farouk *et al.* (2014).

Figura 7. Partes del abdomen de la abeja.

Integrantes de la colmena

Dentro de las colonias de insectos, la organización, así como la jerarquía, son asignadas de acuerdo con la edad de los individuos y de esta manera se asigna la función que realiza la abeja dentro de la colmena. En este sentido, cuando nos referimos a los integrantes de la colmena, es necesario comprender a las principales castas de abejas. Es importante comenzar con la abeja reina, la cual es la única hembra sexualmente capacitada en toda la colmena, su designio principal es la reproducción. Tiende a fecundarse una sola vez en toda su vida, este apareamiento transcurre en los primeros días de vida al salir de su celda. Para comenzar con la reproducción, la reina virgen realiza un vuelo de fecundación por 2 o 3 días; apareándose con aproximadamente de 12 a 18 zánganos, para luego almacenar los espermatozoides en la espermateca, la cual se encuentra en su abdomen y posteriormente iniciara la ovoposición por el resto de su vida. El segundo rol que desempeña consiste en organizar y motivar a las obreras a través de hormonas a cumplir con sus diferentes funciones (Pavez y Lobos, 2020). La

morfología de la reina se distingue por su apariencia alargada y delgada, esto es por causa del desarrollo completo de ovarios en el abdomen (Figura 8).



Fotos: cedidas por García A.A. FMVZ-UAEMéx (2024).

Figura 8. Identificación de la abeja reina.

Por otra parte, las funciones que son asignadas a los zánganos están enfocadas primordialmente en fecundar a la reina virgen, motivo por el cual, mantienen una vida media de 3 meses, este periodo de tiempo puede variar de acuerdo con la existencia de reinas vírgenes en la colmena. A su vez, parte de sus funciones secundarias son: Proporcionar calor a las celdillas con crías para liberar de esa función a las obreras nodrizas; repartir néctar entre los individuos de la colmena. Los machos son fáciles de detectar debido a que son robustos, tienen enormes ojos, abdomen rectangular y largo, aparte de que las celdas son de mayor tamaño que la de las obreras (Pavez y Lobos, 2020) (Figura 9).



Foto: cedida por García A.A. FMVZ-UAEMéx (2024).

Figura 9. Identificación de zánganos en panal.

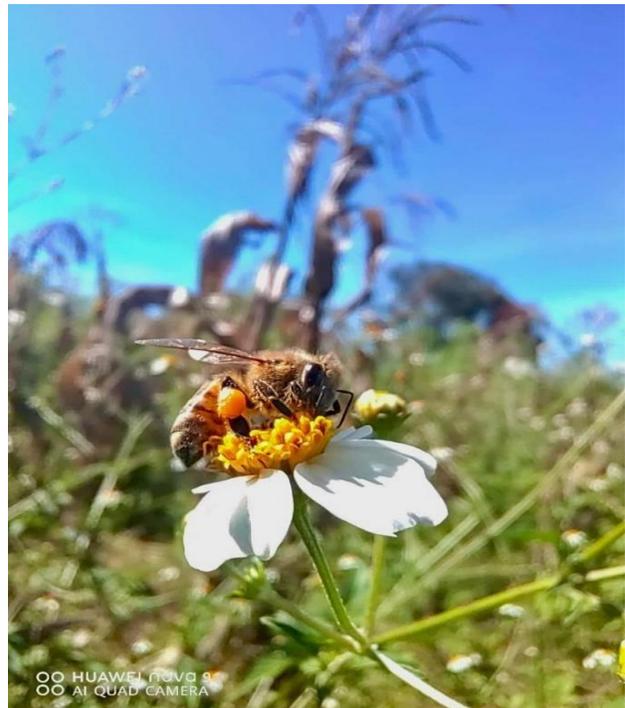
Por último, en la clase más baja, se encuentran las abejas obreras, las cuales son hembras infértiles dentro de la colmena, son más pequeñas que la reina, éstas tienen la capacidad de producir huevos, sin embargo, estos no serán fecundados por los zánganos, debido que su función reproductiva está designada exclusivamente a la reina. Las obreras tienen una vida muy corta, la cual se limita a determinadas épocas del año, como lo es primavera- verano, en donde el promedio es de 65 días, mientras que en el otoño-invierno, el tiempo se prolonga de 90 a 120 días (Pavez y Lobos, 2020).

Cabe señalar, que dentro de la anatomía la abeja obrera, se localizan otros órganos que no se hallan ni en la reina ni en los zánganos, los cuales le permiten realizar incontables tareas relacionadas con la vida de la colonia. Por ende, ellas son las comisionadas de efectuar las labores dentro y fuera de la colmena, debido a su capacidad de la abeja para diversificar las actividades a lo largo de su vida. De ahí que, las abejas obreras durante sus primeros días de vida, de acuerdo con, realice las siguientes funciones: en los días 2 y 3, se encargan de limpiar los panales, dando calor a los huevos y larvas. Posteriormente a partir del día 4 al día 12: prepara la alimentación de las larvas, dando origen a las llamadas abejas nodrizas. Produciendo jalea real. De los 13 a los 18 días: producen cera y construye los panales. Asimismo, están autorizadas para la crianza de una nueva reina a través de la construcción de la celda real. Del 19 al día 20, se les asigna la función de defender la colonia desde la entrada de la colmena, esto con la finalidad de no permitir la entrada de otros insectos o abejas. Por último, del 21 al 38/42:

se enfocan en recolectar en el campo néctar, polen, agua y propóleos para cubrir las necesidades de la colonia (SAGARPA, 2014) (Figura 10 y 11).



Fuente: Foto cedida por Diaz (2023).
Figura 10. Abeja obrera recolectando néctar.



Fuente: Foto cedida por Diaz (2023).
Figura 11. Abeja obrera transportando polen.

Capítulo 2. PRODUCTOS DERIVADOS DE LA COLMENA, COMPOSICIÓN Y ELABORACIÓN

La apicultura generalmente es una actividad noble porque aparte de proporcionar los beneficios de la polinización, también podemos comercializar los productos que elaboran las abejas a partir de sus tareas cotidianas, debido a sus propiedades que son favorables para la salud. De esta forma, se puede destacar la producción de miel, propóleo, jalea real, cera, polen y apitoxina (Montenegro y Ortega, 2013; Guzmán-González *et al.*, 2023) (Figura 12).



Fuente: Pixabay.com (2024).

Figura 12. Productos de la colmena.

Miel

La miel es considerada una sustancia natural dulce, la cual es producida por la abeja *Apis mellifera*, a partir del néctar de las flores, así como de otros componentes extra florales que las abejas liban, trasladan, convierten o combinan con otras sustancias, para obtener la deshidratación de los elementos orgánicos, logrando concentrar y almacenar los productos en los panales (Ulloa *et al.*, 2010).

Composición química de la miel. Esta va a depender de las especies de plantas de las que se haya recolectado el néctar, asimismo va a influir el tipo de suelo, el clima, el manejo apícola y de proceso de la miel (Ulloa *et al.*, 2010). En este sentido, según los conocimientos del apicultor sobre el origen botánico, se va a determinar las diversas

apariencias, texturas, sabores y aromas de la miel, de ahí que esta se clasifique en florales, uniflorales, multiflorales o mielada. A su vez, es necesario mencionar, que el aroma y color se relaciona con los contenidos de minerales, polen y compuestos fenólicos, por eso algunas mieles son extra claras o casi negras, esto se relaciona principalmente con la fuente floral, además de otros compuestos como los pigmentos de origen vegetal, como: los carótenos, taninos y derivados de la clorofila (Miel de abeja, 2015).

Asimismo, la miel contiene proteínas, pero en menor cantidad. Del mismo modo, existen otros nutrientes como las vitaminas y minerales, pero su contribución a la dosis diaria recomendada no es significativa. Es común observar en la miel enzimas, ácidos orgánicos, polen y otras partículas sólidas que son consecuencia del proceso de obtención (Miel de abeja, 2015)

Recolección y procesamiento de la miel. Para la recolección de miel, el néctar tiene que ser recogido de las flores por las abejas, para posteriormente ser almacenado en el saco para miel mientras realizan su recorrido por el campo. En la colmena depositan la miel, ya transformada, en celdas abiertas, hexagonales, construidas con cera que segregan por medio de glándulas especiales. Las celdas deben de estar bien ventiladas en donde se produce la hidrólisis de la sacarosa, debido a que durante esta etapa sucede la maduración de la miel. Cuando el acondicionamiento ha terminado, las abejas sellan las celdas con una capa de cera (operculado) (Fattori, 2004).

Uso dentro de la colmena. Para que exista un buen funcionamiento organizacional dentro de la colmena, es indispensable que se cubran las necesidades de alimento para las abejas, ya que a través de él adquieren la energía necesaria para desarrollar todas las actividades de la colonia. Por tal motivo, debido a su alto contenido en azúcares, la miel es la principal fuente de calorías (SAGARPA, 2014).

Cosecha. La miel es la fuente natural de alimento para la colonia, no obstante, cuando se produce una mayor cantidad que la requerida para el funcionamiento del panal, el

apicultor tiene que intervenir para realizar la cosecha de la miel (Fernández y Agüero, 2022), dicho proceso está compuesto por los siguientes pasos:

- Retiro de los panales: solo la miel madura debe ser cosechada, para esto, cuando los panales están bien operculados, se tienen introducir dentro de un cajón vacío con tapa y la piquera cerrada, para posteriormente trasladar hasta el lugar de la cosecha. Si la cosecha se realiza por la noche no es necesario un laboratorio ni la pieza, pero sí se debe instalar una luz artificial.
- Desoperculado de los panales: consiste en la apertura de las celdillas de ambas caras de los panales. El desoperculado se realiza sobre un recipiente que puede ser una batea, balde, palangana u otros.
- Centrifugado de los panales: los panales desoperculados se introducen en la centrifuga para la extracción de miel.
- Devolución de los panales: al terminar la cosecha, es importante reintegrar los panales inmediatamente a las colmenas, ya que es necesario que las abejas pecoreadoras sigan produciendo la miel. Por lo tanto, la misma cantidad extraídas de panales, deben ser devueltas a las colmenas.
- Filtrado de miel: la miel cosechada puede ser filtrada para eliminar impurezas como; ceras, abejas, larvas y otros cuerpos que pueden ocasionar la descomposición y bajar la calidad de la miel.
- Lavado de implementos y materiales: terminada la cosecha, es importante realizar el lavado de todas las herramientas utilizadas, lo recomendable es emplear agua tibia para la eliminación de la miel y otros materiales adheridos a los utensilios.

Propóleo

El propóleo es un material resinoso que fabrican las abejas *Apis mellifera* a partir de resinas de diferentes variedades florales, las cuales son modificadas por sus secreciones salivales para después ser transportadas al interior de la colmena. De igual modo, dado a su composición, la actividad biológica de los propóleos varía dependiendo de la química de su entorno, la cual está delimitada por la vegetación de donde las abejas recolectan la resina, durante este proceso también están inmersos factores como: la

ubicación geográfica del apiario, el clima y la época de recolección (Rodríguez *et al.*, 2020).

Composición química. Para comprender la composición química de los propóleos Padrón *et al.* (2019), han referido que el propóleo tiene una compleja composición, describiendo más de 150 elementos que actúan en sinergismo. Generalmente, este material, está compuesto por resinas y bálsamos aromáticos variando entre 55 y 78%, así mismo, los aceites esenciales y otras sustancias volátiles tienen de 4.5 a 15%, mientras que las ceras están entre el 12 al 15%, y de impurezas mecánicas que tienen menor proporción, con un 15%.

Padrón *et al.* (2019), mencionan que los componentes más importantes dentro de esta clasificación son:

- Flavonoides: Acacetina, crisina amarilla, pectolinarigenina, tectocricina, galangina, pinocembrina, izalquinina, quercetina, pinostrobina y sakuranetina.
- Ácidos orgánicos: Ácido benzoico y ácido gálico.
- Ácidos fenoles: Ácidos cafeico, cinámico, fenílico insofenílico, ácido p-cumarínico, ácido ferúlico.
- Aldehidos aromáticos: Vainillina, isovainillina.
- Cumarinas: esculetol, escopoletol. Ácidos grasos: Ácidos undecanoico, neurónido y ácidos insaturados.
- Minerales: Aluminio, plata, bario, boro, cobalto, cobre, estaño, hierro, magnesio, manganeso, níquel, plomo, selenio, silicio, titanio, vanadio, molibdeno y zinc. Vitaminas: Se han encontrado cantidades variables de vitamina A, B1, B2, B6, C, E, ácido nicotínico y ácido pantoténico. Contiene además carbohidratos, polisacáridos y otros compuestos.

De estos, los compuestos fenólicos constituyen más de un 50% del peso total, de ahí su relevancia dentro de la composición de los propóleos, asimismo posee 14 ácidos carbónicos. También, es preciso señalar, que este elemento orgánico, no contiene albúmina, ácidos nucleicos, lípidos, ni hormonas (Padrón *et al.*, 2019).

Recolección y procesamiento del propóleo y uso dentro de la colmena. Para la recolección de propóleo se efectúa un patrón específico de forrajeo, para ello, las abejas pecoreadoras extraen el propóleo de las yemas valiéndose de sus mandíbulas y la ayuda del primer par de patas, posteriormente comienza la secreción de las glándulas mandibulares (ácido 10- hidroxidecenoico) el cual permite el ablandamiento de la sustancia para triturarlo y transportarlo a las cestillas. Al ingresar a la colmena, se dirigen al lugar designado para permanecer quietas, permitiendo a las abejas propolizadoras tomar algunas partículas del componente, así como comprimirlas y agregarlas a la cera para proceder al propolizado (Bedascarrasbure *et al.*, 2001).

Para las abejas, los propóleos son manipulados con diversos fines, de acuerdo con Pérez y Jimeno, (1987) suelen utilizarse para cubrir las fisuras y quebraduras de la colmena. También sugieren, que, en los climas gélidos, las abejas lo aprovechan para reducir la piqueta, motivo por el cual es capaz de observarse un incremento en la cantidad de propóleos durante el invierno. Otro propósito es para embalsamar a los animales muertos al interior de la colmena, esto se realiza con el objetivo de aislarlo, ante la dificultad que supondría sacarlo dado a su tamaño. Por último, las abejas utilizan a los propóleos para recubrir los panales antes de la puesta de los huevos, con el fin de desinfectar la zona.

Cosecha. En este sentido, es importante mencionar, para la cosecha del propóleo por parte del apicultor es indispensable que se contemplen los tres tipos de técnicas básicas para su recolección dentro de las colmenas, a este respecto Morales *et al.* (2019), las describen, como:

- **Mallas:** Deben de ser colocadas sobre la última alza, se utiliza una “tela mosquitera” para que las abejas envuelvan poco a poco los agujeros con propóleo extraído de los árboles o recogido de colmenas despobladas. Para separar el propóleo de la malla se deben de introducir a frigoríficos y después de varias horas se vuelve quebradizo el producto y se desprende con facilidad, de no ser así permanece blando con características viscosas.
- **Raspado:** Se obtiene mediante la extracción y lacerado de los marcos del cubre panel o de cualquier sitio donde las abejas lo hayan depositado, por lo que se debe extraer de manera aséptica para evitar contaminaciones.

- **Colector inteligente:** El colector consiste en sustituir los laterales de las alzas por varios listones de madera separado por unos milímetros que se pueden retirar con facilidad para cosechar el propóleo depositado. En este sentido, el instinto de las abejas es tan pronto que, al detectar las aberturas, se encargan de cerrarlas tomándolo como actividad de importancia, ya que el cerrar los agujeros para las abejas significa evitar invasiones o ultrajes.

Jalea real

La jalea real es considerada como una emulsión semifluida, de color blancuzco o blanco amarillento, de sabor ácido ligeramente picante, de olor fenólico y con reacción claramente ácida. En este sentido, esta es un producto separado por las glándulas hipo faríngeas y por las glándulas mandibulares de las abejas nodrizas, para tal propósito tienen que disponer de polen, agua y miel (Broto, 1989).

Composición química. Para obtener un panorama más amplio sobre la jalea real, es necesario conocer cada uno de sus elementos, en este caso, el componente con mayor porcentaje es el agua con aproximadamente el 70%, después las proteínas con el 14%, los azúcares con el 10% y al final 6% representado mayormente por el ácido graso, enzimas como: las glucoxidas y la fosfatasa, minerales (K, Na, Mg, Ca, Zn, Fe, Cu y Mn) y vitaminas (ácido fólico, ácido pantoténico, biotina, niacina, riboflavina y tiamina), sin omitir el *inositol* y la *acetilcolina* (Vit, 2005).

Procesamiento de la jalea real. La jalea real tiene origen endógeno, debido a que es producida exclusivamente por las abejas dentro de las colmenas, motivo por el cual, los apicultores son incapaces de producirla sin ayuda de las abejas nodrizas, lo cual contrasta con los otros productos apícolas que comercializan, dado que son el resultado de la transformación de sustancias de la flor y el agua (Broto, 1989).

Uso dentro de la colmena. Dentro de la colmena la jalea real es usada como alimento, en este sentido, la abeja reina es alimentada con una cantidad superior al 25% en comparación con la ración que reciben las abejas obreras. Asimismo, después de la

producción de jalea real, esta se deposita en las celdas donde es sellada y consumida por las larvas reales, también se puede mezclar con diferentes compuestos como la miel y polen para nutrir a las obreras. Por último, es necesario destacar la actividad antibacteriana la cual se atribuye al incremento del ácido, este elemento permite conservar la jalea real en las condiciones micro ambientales de la colmena (Vit, 2005).

Cosecha. La recolección de la jalea real tiene que realizarse durante el periodo de mayor actividad de la colmena, es decir, cuando haya máxima floración. Para efectuar tales actividades, para después comercializar el producto, es importante implementar la técnica modificada estándar (Doolittle) de transferencia de larvas. Con esta técnica se busca que en las colonias fuertes se horfanizen, para estimular a las obreras nodrizas a la elaboración de celdas reales de emergencia, para comenzar el proceso de producción de la jalea real (Ramos & Pacheco, 2016).

Una vez que comienza la preparación para la jalea real y han transcurrido cuatro días del horfanizado, se preparan los cuadros con las copas celdas, se les agrega una gota de jalea real diluida y se transfieren las larvas jóvenes más pequeñas. Los cuadros con las copas se colocan dentro de la colmena, por lo que se recomienda implementar 45 celdas por colonia y 15 celdas por cuadro. Cuando ya han transcurrido las 72 horas, se parte la colmena para retirar los cuadros y extraer la jalea del centro de procesamiento. De manera que, la cantidad de jalea real producida va a estar relacionada con la fortaleza de la colonia, época del año y alimentación (Ramos & Pacheco, 2016).

Cera

Es una sustancia compleja segregada de forma líquida por las glándulas especiales denominadas glándulas de cera, las cuales se encuentran ubicadas en el abdomen de las abejas obreras jóvenes. Sin embargo, en las abejas de mayor edad, la glándula reduce su actividad, pero en situaciones de emergencia la síntesis de cera puede reactivarse (Ramos & Pacheco, 2016).

Composición química. Cuando se indaga sobre la cera de las abejas, se puede encontrar que está compuesta por ésteres de alcoholes C24 – C33 y ácidos grasos

C18 – C36, con puntos de fusión de 61 a 65 °C; además contiene lactonas, flavonoides y ácidos libres. También dentro de sus propiedades se puede señalar que es liposoluble y se diluye en solventes orgánicos (Vit, 2005).

Elaboración de la cera. Para que comience la producción, las abejas obreras inician a segregarla cuando estas tienen alrededor de dos semanas de edad, ya que, durante este periodo de vida, se facilita la síntesis a partir de la reducción de azúcares de origen alimenticio, es decir, de la miel principalmente. Por tal motivo, es necesario utilizar abejas jóvenes dentro de las colmenas, debido a que favorece la producción de cera para su posterior comercialización (Rivera, 2021).

Uso dentro de la colmena. Cabe mencionar, que, para fines prácticos de la colonia, las abejas pueden transformar la cera con sus mandíbulas para crear panales, estos a su vez funcionan para el almacenamiento de la miel y resguardo del polen. En la forma pura y recién fabricada, la cera es casi blanca, pero después de estar en contacto con la miel y el polen, consigue una diversidad de colores amarillentos intensos. La cera es indispensable para la creación de los panales que serán la base para el almacenamiento del alimento (Ramos & Pacheco, 2016).

Polen

El polen es definido como la estructura reproductiva masculina de las flores. De manera que, la totalidad de las plantas de reproducción sexual dependen de la actividad polinizadora, ya que transportan el polen de una planta a otra, tanto entre individuos de la misma especie o variedades de diferentes genotipos (Saavedra *et al.*, 2013). En este sentido, las abejas tienen un rol trascendental dentro de la biodiversidad, especialmente en las plantas, dado a que asegura la reproducción y la diversidad genética de las mismas. Esta correlación simbiótica permite que las abejas obtengan en compensación el néctar y el polen como alimento (Cobo, 1980).

Composición. Para comprender la estructura del polen, a partir de su composición, Molina (2018), menciona que hay alrededor de 250 sustancias. Dentro de estas

sustancias químicas se incluyen: proteínas, aminoácidos, lípidos, hidratos de carbono, fibra, minerales, sales, vitaminas, pero además existen proporciones menores de compuestos fenólicos, principalmente flavonoides. También dentro de sus valores nutrimentales para el consumo humano, se encuentra una elevada concentración de azúcares reductores, aminoácidos esenciales y ácidos grasos, la presencia de Zn, Cu, Fe, así como una elevada relación K y Na. Todos estos componentes están inmersos en el polen que recolecta la abeja, de ahí que sea muy importante para la dieta humana.

Uso dentro de la colmena. La producción de polen de las plantas es de gran relevancia para la productividad de las colonias de abejas. Dado a sus características, las abejas fabrican una papilla; la cual se compone de la miel, agua, néctar y la saliva de las propias abejas. Esta papilla sirve de alimento a las larvas durante cierto período para su crecimiento (Cobo, 1980).

De acuerdo con lo anterior, Molina (2018), también refiere que el polen recogido de las flores por las abejas les suministra los nutrientes básicos para el desarrollo de órganos y tejidos para la adultez, también de cuerpos grasos, glándulas Hipofaríngeas y un crecimiento de los ovarios de las abejas recién nacidas. Asimismo, se hace mención que la tasa de consumo de proteínas influye en la vida de la abeja adulta, mejorando la supervivencia y productividad dentro de la colonia.

Cosecha. Para que los apicultores realicen una recolección ideal del polen, es importante manipular los “cazapólenes”, la cual se define como una trama exterior, universalmente de madera, que se coloca enfrente de la piquera, sujeta o no por dos aldabillas o colgaderas. Contiene los siguientes elementos: rejilla, cajón-colector, tubos escapazárganos, malla fija, tejadillo y dos colgaderas. La parte esencial del mecanismo es la rejilla, esta pieza lleva unos orificios a través de los cuales ingresan las abejas a la colmena, lo que permite recolectar las bolitas de polen que llevan en el cestillo situado en el tercer par de patas. Existen diversos tipos de “cazapólenes” adaptados a los modelos de colmenas más usuales: Layens y perfección (Cobo, 1980).

Apitoxina

El nombre procede de dos palabras, la primera en latín: *Apis* (abeja) y otra del griego *toxikón* (veneno). Esta sustancia es conocida como el veneno de las abejas, el cual es expulsado como método de defensa, especialmente en situaciones de peligro, aunque debido a sus compuestos también es un medicamento natural. Cuando el veneno es recién extraído, su estado natural es un líquido claro, casi incoloro, con un olor a miel, de sabor amargo. Este producto es segregado por dos glándulas que se encuentran ubicadas en el interior del abdomen de la abeja obrera. De ahí que, en la cadena abdominal se encuentran los ganglios nerviosos que actúan presionando el depósito del veneno, penetrando en la herida de la víctima. Aunque la abeja haya muerto justo en el momento en el que entierra su aguijón, está ya no puede retirarlo de su objetivo, por lo tanto, se tiene que desprender tanto del aguijón como de su tracto digestivo, músculos y nervios (Laborda, 2013) (Figura 13).



Fuente: Laborda (2013).

Figura 13. Abeja desprendiéndose tanto del aguijón como de su tracto digestivo, músculos y nervios.

Composición. Dentro de los elementos que integran al veneno de la abeja, tenemos las moléculas de alto y bajo peso molecular, además de las enzimas y péptidos. En esta clasificación de compuestos, se destaca la *fosfolipasa A2*, *melitina* y *apamina*, los cuales son los causantes de los accidentes, así como de las reacciones fatales hacia el ser humano (Peña *et al.*, 2006).

Elaboración. Las abejas han desarrollado la glándula acida, la cual se extiende por múltiples ramificaciones hasta la glándula reservoria de Dofour, encontrándose en el interior del saco, con una producción de 94 microgramos de veneno aproximadamente. Este tipo de mecanismos han ido evolucionado de acuerdo con las necesidades de las colonias, por lo cual es considerado un gran sistema de defensa contra agentes externos al panal (Peña *et al.*, 2006).

Uso dentro de la colmena. El veneno de las abejas, de acuerdo con Díaz (2020), refiere que la apitoxina es parte del sistema de defensa de las obreras, la cual se ha manifestado desde hace 65 millones de años, motivo por el cual, para diferentes animales e insectos infunde respeto hacia las abejas y la colmena, pero hoy en día, también se ha convertido en una de las herramientas terapéuticas más usuales dentro de la medicina alternativa.

Cosecha. Para recoger esta sustancia, se han ido desarrollando métodos para la obtención de la apitoxina mediante la colocación de la colmena en una parrilla vidriada conectada a una fuente eléctrica encargada de producir estímulos muy exactos. Las descargas eléctricas, excitan a las abejas por lo que sienten la necesidad de picar el vidrio. Cabe señalar, que durante este proceso su vida no está en riesgo, ya que cada agujoneada aporta la cantidad de 0,3 miligramos, lo que corresponde a 0,1 miligramo seco. Por lo tanto, para conseguir 1 gramo de veneno seco, es importante recoger la apitoxina de unas 10,000 abejas. Una vez que el líquido tiene contacto con la superficie y se endurece, se debe de raspar el vidrio con una hoja de afeitar, posteriormente instalar dentro de un frasco y llevar a un área con mejor ventilación y protegida de la luz lo más rápido posible (Dussart y Bartholomé, 2007).

Capítulo 3. *Varroa destructor* Y CONDICIONES NEGATIVAS EN LA APICULTURA

Varroa destructor

De acuerdo con Traynor *et al.* (2022), *Varroa* se reportó por primera vez en la abeja *Apis Cerana* en Java en el año de 1904. Y de lo que ahora se refiere es la existencia de cuatro diferentes especies de *Varroa* las que parasitan a las abejas *A. melliferas*, las cuales son: *V. destructor*, *V. jacobsoni*, *Varroa rindereri* y *Varroa underwoodi*. La primera de ellas *V. destructor* es la más extendida y con mayor riesgo y efecto sobre la apicultura causando pérdidas económicas considerables; cambió de hospedero al afectar inicialmente a la abeja *A. cerana* para posteriormente parasitar a *A. mellifera* y ser la segunda especie de abeja afectada por este ectoparásito, lo cual probablemente ocurrió en la década de 1950. *V. jacobsoni*, originalmente también un parásito de *A. cerana*, se transmitió de forma independiente a *A. mellifera* en Papúa Nueva Guinea. Y aún no se conoce su capacidad para extenderse más allá de esta región. Es posible que se hayan producido más saltos de especies indeterminadas en Filipinas, pero hasta ahora *V. underwoodi* sigue siendo un especialista en *A. cerana* y *V. rindereri* sobre *Apis koschevnikovi* y *A. dorsata*.

Para el año 2008, la única especie que se reportó que parasitaba *A. mellifera* era *V. destructor*, aunque antes del año 2000 se identificaba como *V. jacobsoni*, hasta que Anderson y Trueman (2000), informaron diferencias entre especies. En 1957, había cambiado de hospedero a *A. mellifera* en Japón y en 1963 en Hong Kong. Su área de distribución se expandió rápidamente a través del comercio mundial de abejas melíferas tanto legal como ilegalmente. En menos de medio siglo, *Varroa* se extendió a nivel mundial en todas las regiones donde los humanos manejan colonias de *A. mellifera*, excepto a Australia.

Se han reportado muchos haplogrupos de *V. destructor*, solo dos han saltado con éxito a *A. mellifera*: el haplotipo coreano (K1), altamente virulento y distribuido globalmente, y el haplotipo japonés/Tailandia (J1), confinado a Japón, Tailandia y las Américas. Se cree que K1 cambió por primera vez de *A. cerana* a *A. mellifera* en una región localizada al norte de la península de Corea, mientras que J1 dio un salto similar a finales de la década

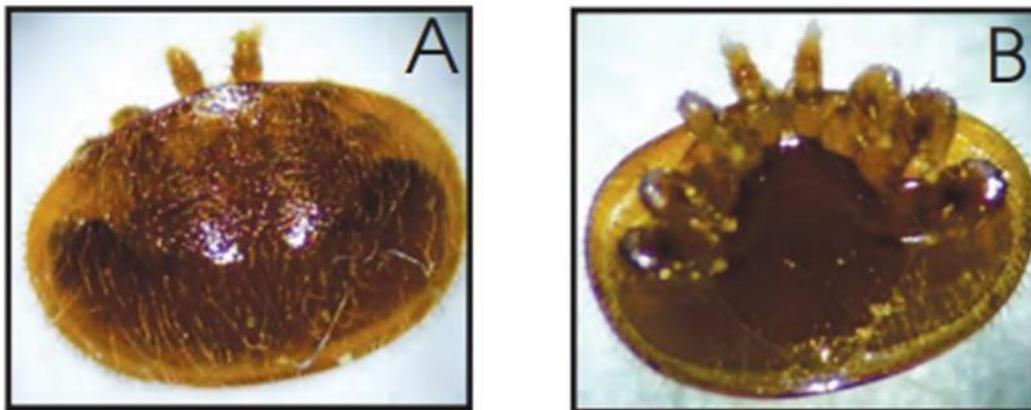
de 1950 tras la introducción de *A. mellifera* en Japón. Los dos haplotipos, que pueden hibridarse, se derivan de poblaciones de ácaros genéticamente diversas que todavía infestan *A. cerana* en Asia. Si bien el ADNmt indicó que los ácaros japoneses pueden ser desplazados por los ácaros coreanos, el alcance de la contribución genética de J1 a las poblaciones invasoras de *Varroa* a través de la mezcla sigue siendo poco comprendido. La simpatría con *A. mellifera* ofrece oportunidades adicionales de contagio a otros linajes de *V. destructor* que causan amenazas adicionales si se propagan fuera de Asia (Topolska, 2001).

Morfología de *Varroa destructor*

En la clasificación del acaro *V. destructor* es necesario especificar que pertenece a la familia arachnida, de la subclase acari, del orden parasitiformes (Guzmán *et al.*, 2012). En este sentido, durante su desarrollo, en el estadio adulto, las hembras de *V. destructor* poseen un cuerpo ovalado, aplanado dorsoventralmente, con una coloración rojiza o marrón oscuro. Las dimensiones del cuerpo son de 1 a 1.7 mm de largo por 1.5 a 1.9 mm de ancho, por lo que es visible a simple vista (Medina *et al.*, 2011).

La hembra adulta mantiene un promedio de vida de 90 a 100 días, también logra sobrevivir fuera del hospedero sin alimentarse hasta por nueve días. El macho adulto tiene forma triangular y de color blanquecino; mide de 0.7 a 0.9 mm de largo por 0.7 a 0.8 mm de ancho y muere por inanición pocas horas después de aparearse (Guzmán *et al.*, 2012).

Los planos anatómicos más relevantes, incluyen la parte ventral del ácaro, la cual está compuesta por diferentes escudos y a los lados de éstos, se establecen cuatro pares de patas, cuyos extremos terminan en una estructura en forma de ventosa, el cual permite al ácaro sujetarse del cuerpo de las abejas. Esta morfología dificulta al apicultor retirar a los parásitos de sus cuerpos. Asimismo, la cabeza (gnatosoma) del ácaro se destaca por la exteriorización de sus estructuras bucales llamadas quelíceros, que utiliza para perforar la cutícula de las larvas o pupas, así como la membrana de los espacios intersegmentales del exoesqueleto de las abejas adultas, para alimentarse (Guzmán *et al.*, 2012) (Figura 14).



Fuente: Guzmán *et al.* (2012).

Figura 14. Una hembra de *Varroa destructor* vista por su parte dorsal (A) y vista por su parte ventral (B).

Ciclo biológico de la *Varroa*

En la representación del ciclo de reproducción de *V. destructor*, Morales (2003), menciona que el individuo clave para el desarrollo de varroas es la hembra adulta, la cual es designada como *Varroa madre* (*V. madre*). La *V. madre* se reproduce únicamente en la celda de las crías, normalmente después del período forético. La entrada en la cría debe ocurrir a una edad exacta, ya que supone un punto crítico para la supervivencia del acaro. Debido a que, si entra demasiado pronto, significa un riesgo importante dado que puede ser detectada por la colmena y ser retirada por las abejas antes de la operculación de la cría.

En contraste a esto, si se intenta introducir a dentro de la cría en un periodo más largo de tiempo, ya no es posible, ya que la cría es cerrada herméticamente como medida de protección. De manera que, se han realizado diferentes investigaciones, en donde se busca establecer los periodos de reproducción, así como la descripción del ciclo biológico de la *Varroa*, lo que ha dado apertura a las siguientes fases (Bounous y Boga, 2005):

El ciclo comienza cuando una hembra del parásito abandona la abeja adulta y penetra en una celda de cría de zángano o de obrera, la cual tiene que estar próxima a ser operculada, para tener mayor éxito en la infestación. Cuando se ingresa al interior de la celda, la hembra del parásito se sumerge en el alimento larval delimitado en la base de la celda, permaneciendo adormecida por la baja concentración de oxígeno dentro del

alimento. Durante este periodo subsiste a través del alimento larval (Maldonado-González *et al.*, 2017).

En esta etapa, una vez que la cría ha sido operculada y la larva de abeja ha consumido el alimento larval, el ácaro da inicio al período de alimentación en la abeja en desarrollo. Posteriormente, la hembra del ácaro coloca su primer huevo en un tiempo estimado de 48 a 60 horas, una vez que la celda ha sido operculada, deposita un huevo cada 30 horas. El primer huevo depositado en la secuencia dará lugar a un macho, mientras que los subsiguientes darán origen a las hembras. El número de descendientes que puede producir depende de si son crías de obreras o de zánganos. Así mismo, la hembra fundadora pone seis huevos y en los segundos siete huevos. Sucesivamente a la etapa anterior, aparecen los distintos estadios del ácaro: larva, protoninfa, deutoninfa y adulto. Cada sexo exterioriza diferentes tiempos de crecimiento. Las hembras se desarrollan en un tiempo estimado de 217 horas, mientras que los machos 230 horas, por lo tanto, la primera hembra de la generación tiende a madurar casi al mismo tiempo que el macho (Bounous y Boga, 2005) (Figura 15).



Fuente: Rosenkranz *et al.* (2010).

Figura 15. Fila superior de izquierda a derecha: protoninfa, deutoninfa y adulto. En la fila inferior de izquierda a derecha: hembra joven, hembra adulta y macho adulto.

En este sentido, la fecundación de los ácaros adultos sucede en la misma celda donde han nacido. Sin embargo, cuando solo ingresa una V. madre a la celda de fecundación

se reproducen entre hermanos, pero si ingresa más de una V. madre se produce la exocría. Para comenzar con este fenómeno, el macho se aparea con la primera hembra cuando esta llega a la fase adulta. El apareamiento puede suceder hasta 9 veces. Asimismo, la segunda hija al llegar a la etapa de maduración, el macho abandona a la primera hija para aparearse con la segunda, repitiendo el mismo escenario con el resto de los descendientes. Una vez, que la abeja obrera o zángano han completado su crecimiento, esta tiene que emerger de la celda de la cría conjuntamente con las V. madre adultas para que puedan dar inicio al nuevo ciclo de reproducción. Los machos y los estados inmaduros que no han completado su desarrollo permanecen en la celda y mueren (Bounous y Boga, 2005) (Figura 16 y 17).

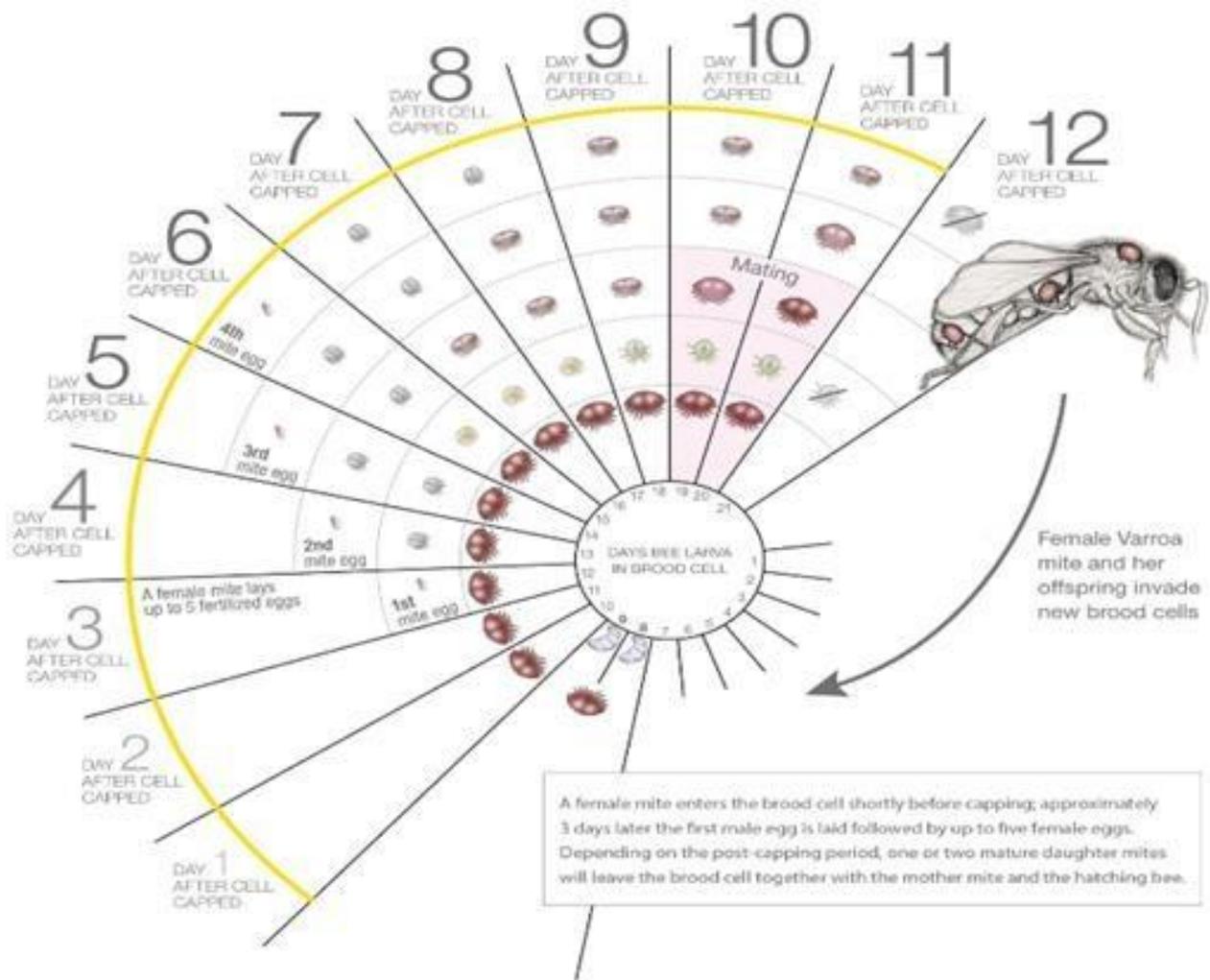


Fuente: Tienda del apicultor (junio 2024).

Figura 16. Proceso y desarrollo de la *Varroa* en la fase de larva y pupa, fase reproductiva.

Al momento, que la abeja infectada sale de la celda, debido al estrecho contacto que mantienen las abejas, así como el intercambio de alimento, permite que los ácaros adultos se transfirieran rápidamente a nuevos huéspedes. Por otro lado, las hembras permanecen un tiempo sobre las abejas adultas para infestar nuevas celdas de cría para recomenzar el ciclo reproductivo. Las *Varroa*. madre tienen preferencia por las abejas nodrizas, las cuales tienen mayor acercamiento a las crías, lo que favorece la infestación

en la colmena. Cabe señalar, que algunas Varroas madre parasitan abejas pecoreadoras y zánganos, lo que permite su dispersión a otras colmenas. También, las otros varroas, se enfocan en las abejas cosechadoras, ya que constituyen el integrante principal para la diseminación de la especie. Por medio de estos mecanismos, durante el día hasta 70 Varroa pueden llegar a infectar a las colmenas (Figura 18).



Development of the Varroa mite.
 © Bayer Bee Care Center, Bayer AG | Source: Brochure << The Varroa mite >>

Fuente: Fuente: Bayer Bee Care Center (Enero,2019)

Figura 17. Ciclo biológico de la Varroa.

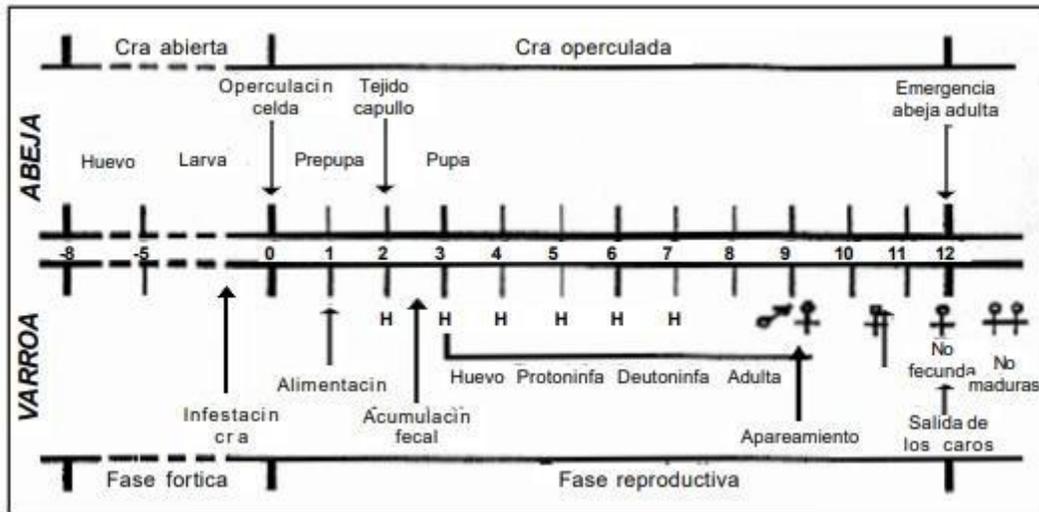


Fuente: SAGARPA (2021).

Figura 18. Fase forética de la *Varroa* en abejas

El número de ciclos reproductivos realizados por cada V. madre todavía no se ha establecido. En condiciones artificiales, se ha demostrado que una V. madre durante la etapa de maduración puede realizar hasta siete ciclos, así produciendo un potencial de 35 descendientes. No obstante, este número es menor en condiciones naturales, debido a que sólo el 30% de las V. madres realizan un primer ciclo reproductivo, mientras que el 21% un segundo ciclo, y al final solo el 14% un tercer ciclo. Es por esto, que el peligro de la presencia del acaro radica en que son agentes transmisores de virus y bacterias entre las colmenas, y que su dinámica poblacional de 10 varroas en un periodo de 5 años puede dar una población de 1500 individuos (Figura 12).

Sincronización del ciclo de desarrollo de *Varroa* en el ciclo de desarrollo de la abeja. Entre las dos líneas al centro se indican el número de días, tomando como día 0 la operculación de la celda por las obreras. En la parte superior, se presenta el desarrollo de la abeja. En la parte inferior, se presenta el desarrollo de *Varroa* desde la invasión en la celda de cría, hasta la postura de los huevos (indicados con H), la maduración de las varroas jóvenes y su apareamiento.



Fuente: Pérez y Jimeno, (1986).

Figura 19. Esquema comparativo entre los ciclos de las abejas y varroas.

Transmisión

Los factores que predisponen a la infestación de *Varroa* dentro de las colmenas, se deriva de las actividades de las abejas pecoreadoras, el movimiento de los zánganos y las manipulaciones del apicultor, las cuales son las principales causas en la transmisión de las enfermedades (Pérez y Jimeno, 1986) (Figura 20).



Fuente: Pérez y Jimeno (1986).

Figura 20. La manipulación del apicultor es uno de los medios que favorecen la propagación de la Varroasis.

Cuadro clínico

Durante la parasitosis de las abejas obreras y los zánganos, no se manifiestan signos visibles de la enfermedad, por lo que el apicultor no se percata de su presencia. Sin

embargo, para cuando comienzan a presentarse es porque ya está infestada gran parte de la colmena, entre los principales signos que se pueden observar es el debilitamiento de la colonia; nerviosismo o inquietud de las abejas, dado que se observa el movimiento incesante de sus patas para retirar al acaro de las zonas infectadas de su cuerpo, también, en ocasiones restriegan sus cuerpos en las paredes de las celdillas; presencia de uno o varios ácaros en el cuerpo de las abejas; mortandad en la cría, por lo que se reduce el número de abejas dentro de la colonia; también se presenta malformaciones en alas (Figura 21), patas, abdomen y tórax, por lo que son retiradas de la colmena, para evitar la dispersión del acaro; las celdas con mayor infestación son la de los zánganos, debido a su capacidad de reproducción, en los que se puede observar cada una de las etapas de desarrollo del ácaro (Maldonado-González *et al.*, 2017; SAGARPA, 2021).

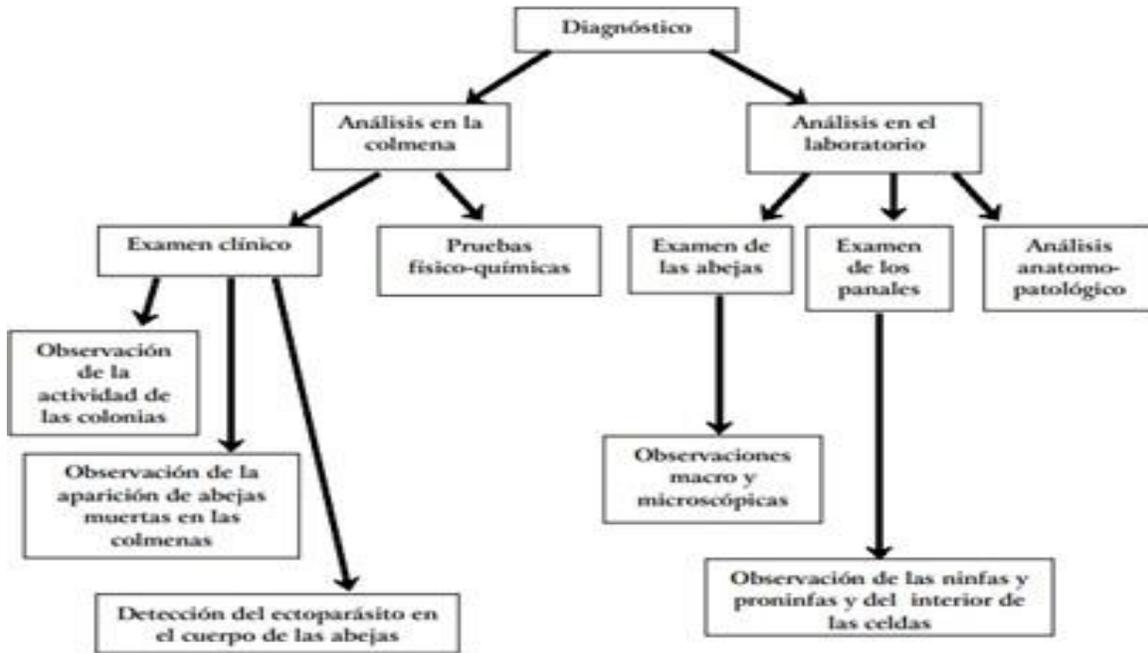


Fuente: Foto cedida por García A.A. FMVZ-UAEMéx (2024).

Figura 21. Abeja con malformación en alas.

Diagnóstico de la infestación por *Varroa*

El diagnóstico se basa en signos clínicos y cambios morfológicos que presenta la abeja. En la Figura 22, se presente el diagrama para comprender mejor el proceso de análisis; en el cual se representa la ruta mediante la cual se puede detectar a los parásitos para establecer un diagnóstico exacto (Carménate y Botta, 2004).



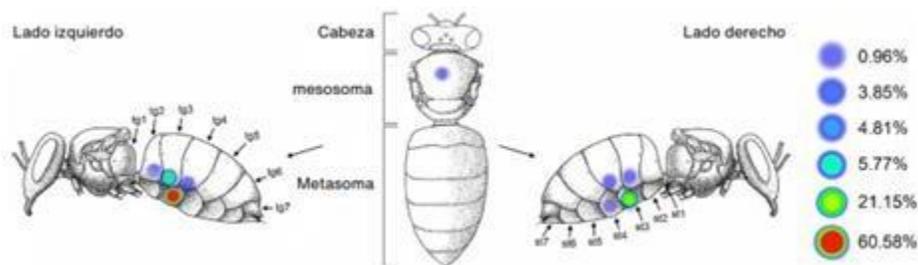
Fuente: Carménate y Botta (2004).

Figura 22. Diagnóstico de la Varroasis.

Dentro de este marco, se exponen que el diagnóstico se tiene que llevar a cabo en abejas adultas o en la cría operculada; por lo cual Pitarch Bielsa *et al.* (2022) refieren lo siguiente:

Abeja adulta

El intentar encontrar a *Varroa* mediante la observación de las abejas adultas dentro del panal, se considera un método un tanto anticuado. Ya que se ha demostrado que el 80% van a estar ocultas en la parte inferior de las abejas (Figura 23), siendo indispensable que el apicultor se enfoque en desprenderlas.



Fuente: Pitarch Bielsa *et al.* (2022).

Figura 23. Localizaciones preferentes de las varroas forética

Prueba del frasco

Este procedimiento, de acuerdo con Pitarch-Bielsa *et al.* (2022), es considerado para obtener un resultado reproducible, por lo cual se tiene que recabar una muestra de unas 200 abejas nodrizas. Para comenzar a trabajar, se ocupa un panal con crías operculadas. En este sentido, se tiene que sacar el cuadro, mientras que el apicultor se asegura que no esté la reina, para después desplazar el envase desde la parte superior del panal a la inferior, aplicando un ras al panal y agitándolo lateralmente para evitar que las abejas huyan durante el proceso. Con esto, el envase de toma de abejas debe mantener una marca visible al nivel de 60 ml, para indicar cuándo se llega a 200 abejas. Una vez tomadas las abejas se debe añadir alguna sustancia que desprenda a las *varroas* de las abejas, y nos permita contarlas. Para desprender las *varroas* se puede utilizar:

1. Azúcar glas. Debe estar seco para que las partículas sean muy finas, sin grumos. La eficacia es alrededor del 20%, dado que quedan parte de las *varroas* sin desprender. Este tipo de método permite que las abejas de la muestra sobrevivan.
2. Alcohol. Se tiene que usar sin diluir para conseguir el máximo desprendimiento, prácticamente el 100%. Una vez usado debe filtrarse con un colador fino para volver a utilizarlo. Sin embargo, mediante este proceso las abejas de la muestra mueren.

Para conseguir el mejor resultado empleando la técnica del frasco, es importante agitar la muestra haciendo círculos horizontales durante al menos un minuto. Dado que solo resta filtrar las sustancias que se usó para la separación de las abejas y de las *varroas*. Para terminar este proceso, se tiene que contabilizar y calcular el porcentaje de *varroas* de la muestra (Pitarch-Bielsa *et al.*, 2022).

Panales de fondo

Para utilizar esta técnica, es necesario recabar los desechos que caen al piso de la colmena y que las abejas limpian regularmente, para posteriormente ser examinadas las piezas para determinar la presencia del acaro *Varroa* (Calderón y Zamora, 2004). En una colmena infestada, se pueden observar ácaros de *Varroa* que caen periódicamente al morir o al ser eliminados por las abejas de sus cuerpos. De manera que, la colecta de los desechos se facilita colocando una trampa especial en el piso de la colmena (Pitarch-Bielsa *et al.*, 2022).

De este modo, se emplea una lámina de cartulina, la cual tiene que poseer las siguientes características, un área de 36 x 45 cm, cubierta con vaselina y protegida con cedazo metálico de aproximadamente 13 agujeros por pulgada, esta parte se realiza con la finalidad de limitar la intromisión de las abejas para la limpieza. Es fundamental señalar, que, al no utilizar un producto acaricida, esta trampa tiene que permanecer de 2 a 4 semanas en la colmena, debido a que los ácaros pueden ser fácilmente observados en la superficie blanca de la cartulina. Sin embargo, toda muestra debe ser enviada a laboratorio, para realizar un examen detallado y así obtener un diagnóstico definitivo (Calderón y Zamora, 2004) (Figura 24).



Fuente: Calderón y Zamora (2004).

Figura 24. Trampa para el diagnóstico de *Varroa*

Cría operculada

De acuerdo, con las investigaciones, se ha demostrado que predominan las *varroas* en los cuadros con crías operculadas, que en cualquier otra zona de la colonia. Siendo importante recabar uno o dos cuadros para obtener una mejor muestra. Para tal propósito, se sacude la abeja dentro de la colmena, y con un cuchillo o un cúter, se desopercula en cada uno de los dos cuadros (Figura 25). Es importante usar una herramienta con buen filo, para obtener un corte limpio y que los bordes de las celdillas no se hundan hacia dentro para evitar su vaciado (Pitarch Bielsa *et al.*, 2022).



Fuente: Pitarch-Bielsa *et al.* (2022).

Figura 25. Toma de muestra para monitoreo de *Varroa* sobre cría de obrera operculada.

Después, se dan unos golpes contra la tapa de una colmena adjunta, para poder vaciar el contenido de las celdillas desoperculadas y contarlas. Para ello, primero se comienza con las *varroas* de color caoba, que son hembras adultas, y posteriormente con las pupas de abeja (Figura 26). Si las pupas estaban en una fase precoz se desharán al cortar (Figura 27) (Calderón y Zamora, 2004). Por lo tanto, se tiene que contar las celdillas que se han desoperculado.



Fuente: Pitarch Bielsa *et al.*, (2022)

Figura 26. *Varroa* sobre pupas de abejas.



Fuente: Pitarch Bielsa *et al.* (2022).

Figura 27. *Varroa* en pre-pupas de abejas.

Al final, no hace falta contar las pupas una por una; ya que se puede cuantificar el grupo de 10 en 10. Además, dentro del panal, puede multiplicarse del largo del corte por el ancho del cuadro de acuerdo con el número de celdillas, y aplicarse un descuento según el porcentaje aproximado que se vea en los opérculos. Este método es más certero, ya que los 3/4 de las *varroas* de la colmena se localizan bajo las crías, así mismo, tiene menor costo de equipamiento y reduce las pérdidas de reinas al efectuar este proceso. Bajo esta perspectiva, existen tres veces más *Varroa* sobre la cría operculada de obrera que sobre las abejas adultas, estos resultados se pueden considerar peligrosos cuando el porcentaje excede al 9% en las abejas obreras. No es recomendable medir *Varroa* sobre cría operculada de zángano, debido a que son muy variables los resultados (Calderón y Zamora, 2004).

Tratamiento

Para establecer un tratamiento, se debe de contemplar que la erradicación total de este parásito es imposible, ya que siempre existe la probabilidad, de que alguna *V. madre* aun permanezca en las abejas o en las celdillas. Es por esto, que las técnicas se enfocan en el control para disminuir la carga de *Varroa* en las colmenas y mantener delimitada a su población. Por ello, es necesario realizar un tratamiento de control cuando los niveles de *Varroa* son muy altos o cuando se cumple un tiempo determinado (Pávez y Ruiz, 2019). En la actualidad existen cuatro principios activos para el control de *Varroa*: cumafos, fluvalinato, Amitraz y flumetrina, estos dos últimos son los que tienen mejores resultados, mientras tanto cumafos y fluvalinato manejan una eficacia relativamente baja en varios países del mundo. No obstante, existe una línea de productos orgánicos como el ácido oxálico, ácido fórmico, timol y ácido láctico, entre otros. Estas sustancias permiten disminuir la población de *Varroa*, así como evitar la aparición de resistencia a otro tipo de moléculas. Cabe mencionar, que los tratamientos contra *Varroa*, tanto químicos como orgánicos deben efectuarse cuando los niveles de infestación lo requieran y no de manera imprecisa (Pávez y Ruiz, 2019).

De este modo, los apicultores para obtener resultados más certeros en cuanto al control y la disminución de afectados tienen que aplicar sus conocimientos en combinación con varios protocolos para obtener resultados efectivos, así como la disminuir la posibilidad de infestación por parte de los ácaros, ya que, en cada generación, se desarrolla resistencia a los tratamientos químicos, como sucede cuando sólo un tipo de método es usado continuamente (Underwood y López, 2023) (Figura 28).



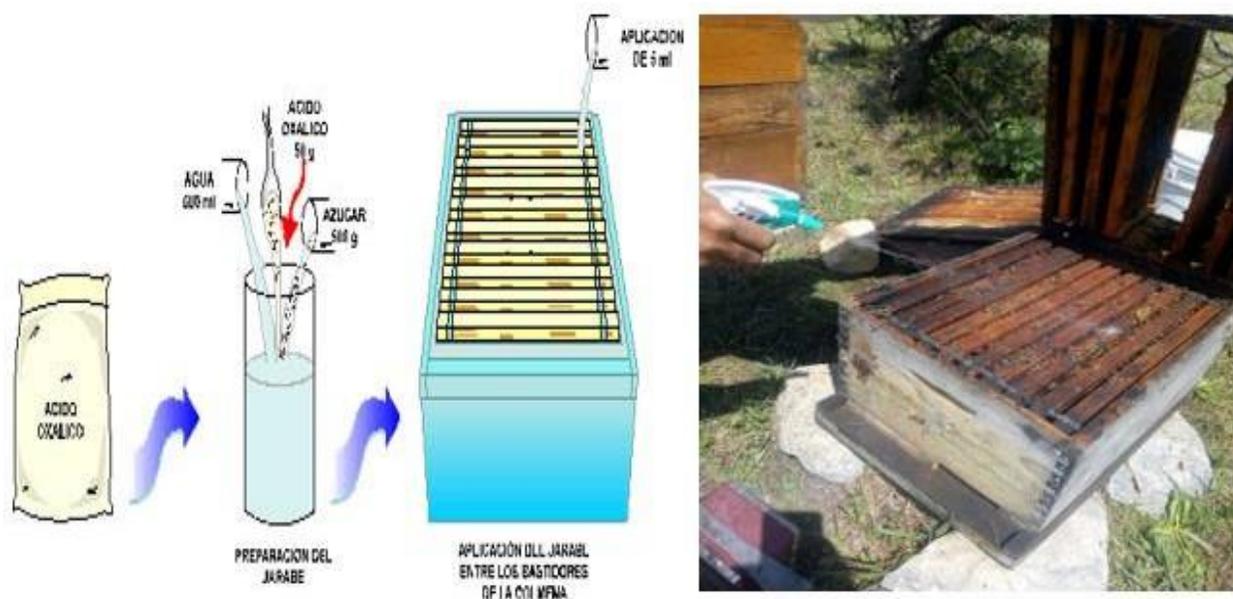
Fuente: Underwood y López, (2023)

Figura 28. La pirámide para el manejo integrado de plagas (MIP) del ácaro *Varroa destructor*.

Uso de ácido oxálico

Mezclar 60 a 100 gramos de ácido oxálico en un litro de jarabe de azúcar al 50% (1 kilogramo de azúcar en 1 litro de agua). Se asperja una cantidad de 5 ml entre cada bastidor donde se encuentren abejas en la cámara de cría (Figura 29). Para lograr un mejor control y eliminar las *varroas* que emergen como adultas, y romper el ciclo reproductivo de este parásito, es necesario realizar cuatro aplicaciones de esta mezcla

en intervalos de cuatro días. Las evaluaciones de esta práctica indican que constituye una buena opción para reducir las infestaciones de *Varroa*, antes y a finales de la primavera, para lograr una buena cosecha de miel inocua tanto de primavera como de verano (4 aplicaciones 1 cada 4 días en un lapso de 16 días como tratamiento completo) (García, 2024).



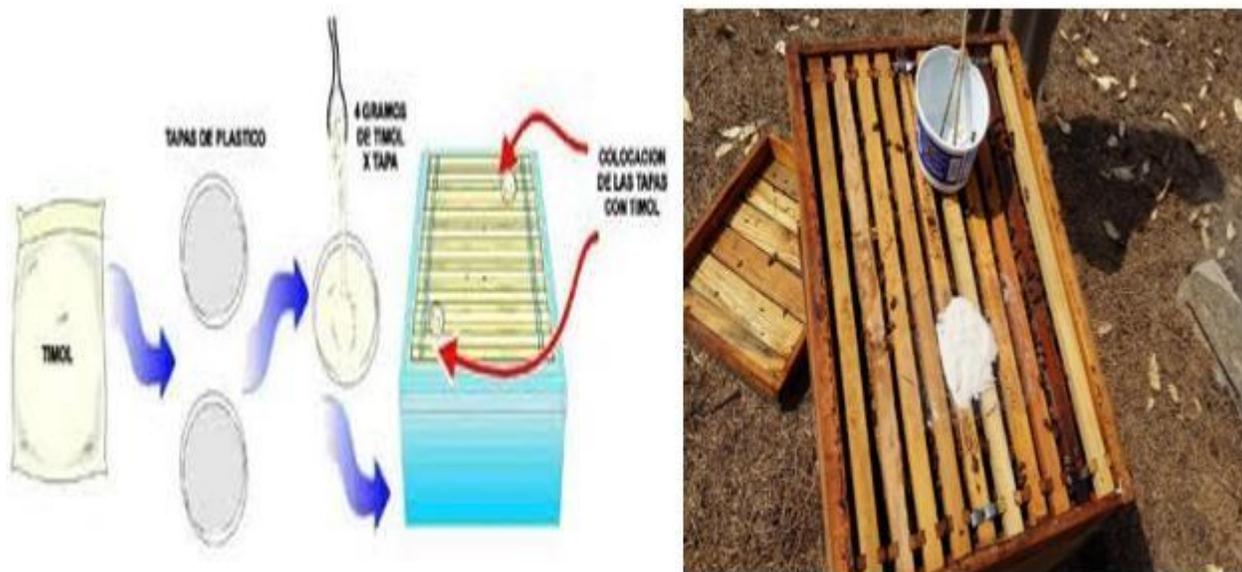
Imágenes: cedidas por García A.A. FMVZ-UAEMéx (2024).

Figura 29. Forma de aplicación o tratamiento con ácido oxálico en la colmena contra varroasis.

Uso de timol

Otro método natural para dar tratamiento contra la *Varroa* es a base de Timol y Azúcar glass. El modo de aplicación es, con: 4 g de timol con 26 g azúcar. El timol y el azúcar deben triturarse para que tengan la misma consistencia; la mezcla realizada se coloca en un papel de estraza arriba de los panales de cría (Figura 30), lo cual se realiza aplicando tres tratamientos con intervalos de 7 días (García, 2024).

Información personal: García A.A. FMVZ-UAEMéx (2024).



Imágenes: cedidas por García A.A. FMVZ-UAEMéx (2024).

Figura 30. Forma de aplicación o tratamiento con timol en la colmena contra *Varroasis*.

Además, considerando que el timol es un producto natural extraído del tomillo (*Thymus vulgaris*), planta aromática, se puede aplicar con el siguiente procedimiento, para su aplicación es requiere hacer "cuadritos" de "oasis" de 6 cm x 4 cm x 0.5 cm.; se disuelve en una proporción de 8 a 8 (8 gr de timol en 8 ml de alcohol). Ejemplo: para tratar 10 colmenas disolver 80 g de timol en 80 ml de alcohol e impregnar cada "cuadrito" de "oasis" con 8 ml de la solución preparada y se aplican 2 "cuadritos" por colmena, en dos esquinas de la cámara de cría (Figura 31). Se recomienda hacer 3 aplicaciones con intervalo de 8 días (García, 2024).

Para aplicar tratamientos químicos (fluvalinato y flumetrina) (Figuras 32), se deben hacer los diagnósticos en campo para verificar que las colonias lo requieren así mismo se deben seguir las instrucciones del fabricante y no dejar los tratamientos más tiempo de lo indicado para evitar presencia de contaminación y/o de resistencia (6 a 8 semanas) (García, 2024).

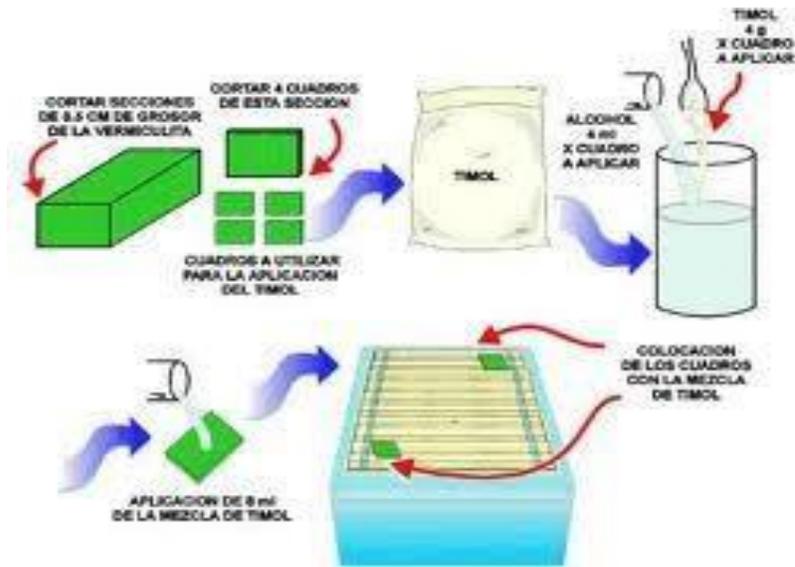


Imagen: cedida por García A.A. FMVZ-UAEMéx (2024).

Figura 31. Forma de aplicación o tratamiento natural de timol en la colmena contra *Varroasis*.



Imágenes: cedidas por García A.A. FMVZ-UAEMéx (2024).

Figuras 32. Productos químicos: fluvalinato y flumetrina para el tratamiento contra varroasis.

Métodos alternativos

Como métodos alternativos útiles en el tratamiento y/o control de la *varroasis* se recomienda la aplicación de algunas de las plantas, como: tomillo (*Thymus vulgaris*), orégano (*Oryganum vulgare*) o de pericón (*Tagetes lucida*) (Figura 33). Bajo el procedimiento de aplicar una porción de la elección de cualquiera de las plantas dentro del ahumador y aplicar a la entrada de la colmena (García, 2024).



A. Tomillo (*Thymus vulgaris*).

B. Orégano (*Oryganum vulgare*).

C. Pericón (*Tagetes lucida*).

Imágenes: cedidas por García A.A. FMVZ-UAEMéx (2024).

Figura 33. Plantas usadas para el tratamiento y/o control de la *Varroasis*. (A, B y C.)

Prevención y control

Para esta acción, es importante considerar las características al introducir nuevos especímenes al apiario, motivo por el cual tiene que realizarse este proceso mediante paquetes de colmenas y abejas nuevas, las cuales deben de mantener la misma condición de salud que las colmenas residentes. Para iniciar este proceso, es necesario mantener un registro de los antecedentes de salud y efectuar un análisis previo o bien someterlas a cuarentena. Entre colmenas de distinta condición de salud, se recomienda evitar la rotación de marcos, tanto de miel como de cría, para disminuir los riesgos de transmisión de la *Varroasis* (Froylán *et al.*, 2011).

Por tal motivo, los apicultores deben de adaptar medidas de manejo establecidas en el apiario, para limitar tanto la infestación de abejas, como la contaminación de miel y cera con microorganismos patógenos (SAGARPA, 2021), algunas de estas medidas son: En primer lugar, antes de entrar al apiario evitar el contacto con otros animales, debido a

que son foco de transmisión de enfermedades. En segundo lugar, limitar el acceso de personas al apiario. Si las condiciones no lo permiten, se debe de vigilar el cumplimiento de las medidas de prevención establecidas y evitar conductas poco higiénicas que puedan contaminar las diferentes áreas de la producción apícola. En tercer lugar, los apicultores deben de conocer los riesgos laborales, así como proponer un plan de primeros auxilios en caso de ser necesario. En el cuarto lugar, se recomienda la sustitución de la abeja reina una vez al año, debido a que favorece un adecuado desarrollo de la población y es capaz de fortalecer el estado de salud de la colonia. Para optimizar costos, es recomendable que los apicultores compren estas abejas y los núcleos en criaderos con certificado vigente, el cual tiene una duración de seis meses. Esta documentación se encuentra en las oficinas de las delegaciones estatales de la SAGARPA, actualmente SADDER.

En este sentido, para poder movilizar las colmenas pobladas con abejas y colmenas saludables, se tiene que solicitar a la SADDER la constancia de grados de infestación, la cual tiene una vigencia de seis meses a partir de su expedición. Por último, para evitar el desarrollo de la resistencia en las poblaciones del ácaro se recomienda combinar o hacer una rotación de los productos químicos y tratamientos alternativos (NOM-001-ZOO-1994).

Campaña contra la *Varroa* en México

En México, han ido en aumento los problemas relacionados con la *Varroa* dentro de las actividades apicultoras, debido a los niveles de infestación que se pueden alcanzar a partir del ciclo de reproducción del acaro. De manera que, fue necesario establecer medidas preventivas contra este parásito, las cuales son sugeridas por la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos SARH (1994), considerando que: Es fundamental fomentar la producción pecuaria, además de prevenir, controlar y erradicar las enfermedades y plagas de las abejas, como es el caso de la Varroasis, la cual afecta a la apicultura nacional, tanto en la capacidad de producción, así como en la calidad de los productos.

Asimismo, la industria apícola es una actividad socioeconómica que tiene que ir evolucionando según las necesidades del mercado, ya que se tiene un inventario de 2.6

millones de colmenas con una producción anual de 62 mil toneladas de miel aproximadamente, beneficiando en forma directa o indirecta a más de 1,200,000 personas a nivel nacional. Esto se ve reflejado en la generación de empleos, así como en el incremento de la producción agrícola, debido al efecto polinizador y a la captación de divisas por la exportación de miel y cera. Por ello, es necesario que los apicultores establezcan los procesos expedidos por SARH, para reducir el número de colmenas infectadas por el parásito.

Por lo tanto, para elevar la producción y mejorar la calidad de los productos de origen apícola, es necesario establecer un control estricto sobre las poblaciones de colmenas afectadas por el ácaro *Varroa*, que permita a la apicultura nacional desarrollarse en mejores condiciones sanitarias. Ya que, a partir de 1992, la apicultura nacional se ha visto afectada por la presencia de la Varroasis, la cual al no controlarse supone un peligro para la crianza de abejas (*Apis mellífera*) siendo insostenible para los apicultores sostener esta actividad (Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos SARH, 1994).

Como se ha ido visualizando, para el estudio del acaro *Varroa* dentro de las colmenas, es importante mantener un proceso debidamente estructurado. No obstante, de acuerdo con Verde (2007), no todas las personas están dispuestas a incursionar en el mundo de las abejas. Esto depende en gran medida por el temor psicológico que representa ser picado por esta clase de insecto, además de influir el tacto de la persona para mantener la sensibilidad y la habilidad que se requiere poseer para la crianza de esta especie. Esto radica principalmente en la capacidad del individuo para comprender las variaciones del clima de las estaciones, así como su relación con los ecosistemas, de manera que, dentro de las competencias que tiene que desarrollar un apicultor, estas tienen que estar enfocadas en mantener la salud dentro de las colonias.

A diferencia de otras especies, el hombre no puede circunscribir las abejas a un territorio, ni prescindir de equipo de protección personal adecuado para evitar daños, teniendo que aceptar y afrontar retos, también, generalmente esta actividad económica es transferida por tradición familiar. Estas particularidades de la apicultura la insertan dentro de la rama agropecuaria, asociada al contexto social y político de cada región. Por tal motivo, con este proceso se contribuye a que predomine un enfoque del trabajo más especializado con esta especie, por parte de médicos veterinarios expertos.

VI. LÍMITE DE ESPACIO

El trabajo se realizó en las salas de estudio y bancos de información (base de datos), de los siguientes centros:

Biblioteca Central del Cerrillo Piedras Blancas, de la Unidad *Campus* el Cerrillo de la Universidad Autónoma del Estado de México. Toluca, Estado de México, México.

Instituto Nacional de Investigación y Fomento Agropecuario (INIFAP) de Palo Alto. México.

Biblioteca del Instituto de Investigaciones Biomédicas. Universidad Nacional Autónoma de México. México.

VII. LÍMITE DE TIEMPO

El trabajo se realizó en el período comprendido de mayo a agosto de 2024; para la elaboración del documento se incluyó la información más relevante.

En donde destacan las fases de recolección y búsqueda de información, análisis y redacción del documento.

Cronograma de actividades

Actividad	Mayo 2024	Junio 2024	Julio 2024	Agosto 2024
Recolección y búsqueda de información	X	X		
Análisis y elaboración de fichas bibliográficas	X	X		
Redacción de protocolo	X	X	X	
Redacción del documento final			X	X

VIII. CONCLUSIONES

La organización y jerarquía en los núcleos o poblaciones de insectos son asignadas de acuerdo con la edad de los individuos y la función que realizan las abejas dentro de la colmena.

La apicultura es una actividad que aporta múltiples beneficios como la polinización, en la que, además, se obtienen y comercializan productos que elaboran las abejas que por sus propiedades son favorables para la salud, destacando la producción de miel, propóleo, jalea real, cera, polen y apitoxina.

Existen cuatro diferentes especies de *Varroa* que parasitan a las abejas *A. mellíferas*, las cuales son: *V. destructor*, *V. jacobsoni*, *Varroa rindereri* y *Varroa underwoodi*. La primera de ellas *V. destructor* es la más extendida y con mayor riesgo y efecto sobre la apicultura causando pérdidas económicas cuantiosas.

De los factores predisponentes a la infestación de *Varroa* dentro de las colmenas, ocurre por actividades propias de las abejas pecoreadoras, el movimiento de los zánganos y las manipulaciones del apicultor.

Los signos que se pueden observar en las abejas infestadas por *Varroa* son: debilitamiento de la colonia; nerviosismo o inquietud de las abejas, presencia de uno o varios ácaros en el cuerpo de las abejas; mortandad en la cría (reducción del número de abejas dentro de la colonia); y, malformaciones en alas, patas, abdomen y tórax.

Existen cuatro principios activos para el control de *Varroa*: cumafos, fluvalinato, Amitraz y flumetrina, estos dos últimos son los que tienen mejores resultados, sin embargo, debe realizarse un diagnóstico previo y prever que el uso de este tipo de sustancias puede causar resistencia para el control de este parásito, aunado a la posible contaminación ambiental.

Como métodos alternativos útiles en el tratamiento y/o control de la *varroasis* se recomienda el uso y/o aplicación de tomillo (*Thymus vulgaris*), orégano (*Oryganum vulgare*) o de pericón (*Tagetes lucida*).

IX. SUGERENCIAS

Es importante hacer conciencia general de la población, sobre la importancia de proteger y cuidar a las abejas; y en este caso de difundir el conocimiento acerca de la varroasis a toda persona que ejerza la apicultura, ya que esta actividad la mayoría lo aprende empíricamente; por lo que resulta fundamental educar a las nuevas generaciones y promover prácticas agrícolas sostenibles que permitan a las abejas continuar desempeñando su papel crucial en los ecosistemas.

Si bien, es imposible la erradicación de *Varroa destructor*, debemos de ir a la par de la evolución del parasito y su capacidad de resistencia a los actuales tratamientos, para así marcar una pauta a futuras investigaciones que nos permitan mejores programas sanitarios, llevar a cabo un mejor control y recalcar la importancia del uso responsable de los ingredientes activos para optimizar su efecto y proteger la salud de las abejas; esto en colaboración con sector salud y la población.

Como Médicos Veterinarios Zootecnistas debemos visualizar más la atención a esta especie considerando la importancia que tiene, teniendo un mayor enfoque desde la formación profesional.

X. LITERATURA CITADA

- Alexander, B. A., Michener, C. D. (1995). Phylogenetic studies of the families of short-tongued bees (Hymenoptera: Apoidea).
- Anderson, D.L., Trueman. J.W. (2000). *Varroa jacobsoni* (Acari: Varroidae) is more than one species. *Exp Appl Acarol.*,24(3):165-189.
- Bedascarrasbure, E., Maldonado, L., Álvarez, A. (2001). Propóleos: un valioso producto de la colmena. *Horizonte Agroalimentario-Publicación de Difusión Técnica de la Estación Experimental Famaillá" Roberto Fernández de Ullivarri" del INTA*, 5.
- Bounous, C., Boga, V. (2005). *Fundamentos para el control de varroa y loque americana*. Uruguay. Unidad de Agronegocios y Difusión del INIA. Disponible en: <http://www.inia.uy/Publicaciones/Documentos%20compartidos/111219240807162010.pdf> (consultado el 2 de junio 2024).
- Broto, P. (1989). *Composición y propiedades de la jalea real*. Disponible en: http://exa.unne.edu.ar/bioquimica/inmunoclinica/documentos/composicion_propiedades_Jalea_Real.pdf (consultada el 1 de junio del 2024).
- Calderón, R., Zamora, L. (2004). *Control integrado del ácaro Varroa destructor*. Fundecooperacion para el desarrollo sostenible. Tomo 2.
- Carmenate, H., Botta, E. (2004). *Reseña de "Varroasis: peligrosa enfermedad de la abeja melífera (ii). Diagnóstico y control"*. *Fitosanidad*, 8(2):47-55.
- Claridades Agropecuarias. (2010). *Situación actual y perspectiva de la apicultura en México*. Disponible en: <https://atlas-abejas.agricultura.gob.mx/pdfs/ca199-3.pdf> (consultada el 11 de junio del 2024).
- Cobo, O.A., (1980). *El polen recogido, manejo y aplicaciones*. Madrid: El ministerio agricultura.
- Currián, M. (2021). *Materias primas de la apicultura*. Boletín INIA. Apicultura en el Territorio Patagonia Verde, Región de Los Lagos. Disponible en: <https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/20.500.14001/67894/Capitulo%205.pdf?sequence=6> (consultada el 12 de junio del 2024).
- Díaz, J. (2020). *La apitoxina*. Disponible en: <https://apiterapiadoctordiaz.com.ar/wpcontent/uploads/2020/07/Librito-Apitoxina.pdf> (consultada el 10 de junio del 2024).

- Dussart, E., Bartholomé, Y. (2007). Taller elaboración de subproductos de la miel y las colmenas. IICA. Managua, Nicaragua.
- ECURED. (2024). Varroa. Disponible en: <https://www.ecured.cu/Varroa> (consultada el 10 de junio del 2024).
- Espinosa-Montaño, L. G. (2004). Varroa destructor A. Imagen Veterinaria, 4(2): 16-21.
- Farouk, K., Palmera, K., Sepúlveda, P. (2014). Abejas. InfoZoa, boletín de zoología. 6
- Fattori, S. (2004). La miel. Disponible en: https://www.apiservices.biz/documents/articulos-es/la_miel_propiedades_composicion_y_analisis_fisico-quimico.pdf (consultada el 3 de junio del 2024).
- Fernández, M., Agüero B. (2022). Producción de miel de abeja. Guía para el productor.
- Froylán, J., Alcalá, K., Leal, M., Vivas, J., Martínez, E. (2011). Prevención de varroasis y suplementación. Manual de capacitación. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias.
- García, A.A. (2024). Experiencia de actividades realizadas en las actividades apícolas en el Estado de México.
- González-Rodríguez, L. E., Mora-Olivo, A., Guerra-Pérez, A., Garza-Torres, H. A., de Castro-Martínez, G. F. (2010). La apicultura en Tamaulipas, una actividad muy dulce y nutritiva. Ciencia UAT, 4(4):8-12.
- Güemes-Ricalde, F. J., Echazarreta-González, C., Villanueva G. R., Pat-Fernández, J. M., Gómez-Álvarez, R. (2003). La apicultura en la península de Yucatán. Actividad de subsistencia en un entorno globalizado. Revista Mexicana del Caribe, 8 (16):117-132.
- Guirao, A. (2022). Las abejas. La opinión. PEQUEOPI.
- Guzmán, E., Correa, A., Zozaya, A., Espinosa, L., Prieto, D., Reyes, M., López, A., Gris, A., Anguiano, R., Vázquez, I., Tanús, E., Vázquez, R. (2012). Patología, Diagnóstico y Control de las Principales Enfermedades y Plagas de las Abejas Melíferas. Imagen Editorial Yire.
- Guzmán, G. S. (2021). Contaminación ambiental por plaguicidas sobre la apicultura. Tesina de Licenciatura. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. UAEMéx. <http://hdl.handle.net/20.500.11799/112415>.

- Guzmán-González, S., Valladares-Carranza, B., Ortega-Santana, C., Velázquez-Ordoñez, V., Bedolla-Cedeño, C., Zaragoza-Bastida, A., Rivero-Pérez, N. (2023). Trascendencia de las abejas en la producción de miel y el ecosistema. Directorio interno, 13(2): 11.
- Laborda, A. (2013). Veneno de las abejas: utilidad en la medicina. MoleQla: revista de Ciencias de la Universidad Pablo de Olavide, 11: 3-9.
- Locke, B. (2016). Natural Varroa mite-surviving Apis mellifera honeybee populations. Apidologie, 47: 467-482.
- Maldonado-González, A.P., Tenorio-Beltrán, L.E., Vázquez-Romero, Y.I., Villalobos-Rodríguez, M.A., Velázquez-Ordóñez, V., Ortega-Santana, C., Valladares-Carranza, B. (2017). Varroasis: enfoque ambiental y económico. Una revisión. Rev. Electrón. Vet. 18(9): 1-13.
- Manual terrestre de la OIE. (2021). Varroasis de las abejas melíferas. Disponible en: https://www.woah.org/fileadmin/Home/esp/Health_standards/tahm/3.02.07_Varroosis.pdf (consultada el 6 de junio del 2024).
- Martínez, P.J.F., Gómez Leyva, J.F., González Cortés, N., Catzím Rojas, F.J., Sánchez Melo, Y., Payró de la Cruz, E. (2022). Presencia de Varroa destructor, Nosema spp. y Acarapis woodi en colonias de abejas de Tabasco. Revista mexicana de ciencias agrícolas, 13(2):303-315.
- Medina, F.C.A., Guzmán, N. E., Aréchiga, F.C.F., Aguilera, S.J.I., Gutiérrez, P.F.J. (2011). Efecto del nivel de infestación de Varroa destructor sobre la producción de miel de colonias de Apis mellifera en el altiplano semiárido de México. Revista mexicana de ciencias pecuarias, 2(3):313-317.
- Michener, C. D. (2000). The bees of the world (Vol. 1). JHU press.
- Miel de abeja (2015). Estudio de calidad: miel de abeja. Ciudad de México: Revista del Consumidor.
- Montenegro, G., Ortega, X. (2013). Innovación y valor agregado en los productos apícolas. Diferenciación y nuevos usos industriales. Oficina de Estudios y Políticas Agrarias (ODEPA). Santiago.
- Morales Ramírez, M.E. (2003). Varroa la plaga que puede acabar con las abejas.

- Morales, J., Landa, M., García, S., Lavoignet, M. (2019). Técnicas de recolección inteligente de productos apícolas aplicadas en colmenas de la región de Misantla. *Revista Ingeniantes*, 6(2): 3.
- Ocampo, M., Santa Catarina, C. (2019). Abejas: insectos polinizadores. In Oficina de Información Científica y Tecnológica para el Congreso de la Unión, México. Disponible en: https://foroconsultivo.org.mx/INCYTU/documentos/Completa/INCYTU_19-031.pdf. (consultada el 7 de junio del 2024)
- Padrón, G.A.A., Naranjo Domínguez, A.A., Díaz, J.J., Llera, A.R.E. (2012). El propóleo una alternativa de todos los tiempos. *Univ Méd Pinar*.
- Pávez, A., Lobos, O. (2020). Principios básicos en Apicultura. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.14001/4025> (consultada el 1 de junio del 2024).
- Pávez, A., Ruiz, R. (2019). La varroasis en el apiario. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.14001/495> (consultada el 3 de junio del 2024).
- Peña, L., Pineda, M.E., Hernández, M., Rodríguez-Acosta, A. (2006). Toxinas Naturales: abejas y sus venenos. *Archivos venezolanos de farmacología y terapéutica*, 25(1): 6-10.
- Pérez, C., Jimeno F. (1986). La varroasis de las abejas. Ministerio de agricultura, pesca y alimentación.
- Pérez, C., Jimeno F. (1987). El propóleo de las abejas. Ministerio de agricultura, pesca y alimentación.
- Pitarch-Bielsa, M., Fuertes, E., Gonell, F., Gómez-Pajuelo, A. (2022). Control de varroa. Guía de buenas prácticas. Asociación de Defensa Sanitaria Apícola de Teruel. Disponible en: https://www.pajueloapicultura.com/wp-content/uploads/2022/12/Control-de-varroa_Guía-de-buenas-prácticas-Teruel-2022.pdf (consultada el 5 de junio del 2024).
- Ramos, A., Pacheco, N. (2016). Producción y comercialización de miel y sus derivados en México: Desafíos y oportunidades para la exportación. CONACYT.
- Rivera, A. (2021). Velas y figuras de cera de abeja. Asociación de Médicos Veterinarios especialistas en abejas. SAGARPA.

- Rodríguez, P.B., Penieres, C.J.G., Canales, M.M.M., Cruz, S.T.A. (2020). Actividad antibacteriana de propóleos con la adición de chalconas sintéticas. *Acta Universitaria*, 30: 1-15.
- Saavedra, K.I., Rojas, C., Delgado, G.E. (2013). Características polínicas y composición química del polen apícola colectado en Cayaltí (Lambayeque-Perú). *Revista chilena de nutrición*, 40(1): 71-78.
- SAGARPA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación). (2014). Manual de patología apícola. Disponible en: <http://www.bionica.info/biblioteca/AnonimoManualPatologiaApicola.pdf> (consultada el 6 de junio del 2024).
- SAGARPA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Social, Pesca y Alimentación). (2014). Manual Básico de Apícola. Disponible en: https://www.mioldemalaga.com/data/manual_basico_apicultura.mex.pdf
- SAGARPA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Social, Pesca y Alimentación). (s.f). Manual Básico de Apícola. Disponible en: https://www.mioldemalaga.com/data/manual_basico_apicultura.mex.pdf (consultada el 9 de junio del 2024).
- SARH (Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos). (1994). Norma Oficial Mexicana. NOM-001-ZOO-1994, Campaña Nacional contra la Varroasis de las Abejas. Disponible en: https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=4691340&fecha=28/04/1994#gsc.tab=0 (consultada el 8 de junio del 2024).
- Situación actual y perspectiva de la apicultura en México. (2010). Claridades Agropecuarias. Coordinación General de Ganadería. Disponible en:
- Topolska G. (2001). *Varroa destructor* (Anderson and Trueman, 2000); the change in classification within the genus *Varroa* (Oudemans, 1904)]. *Wiad Parazytol.* 47(1):151-155.
- Traynor, K.S., Mondet, F., de Miranda, J.R., Techer, M., Kowallik, V., Oddie, M.A.Y., Chantawannakul, P., McAfee. A. (2020). *Varroa destructor*: A Complex Parasite, Crippling Honey Bees Worldwide. *Trends Parasitol.* 36(7):592-606.

- Ulloa, J.A., Mondragón, P., Rodríguez, R., Reséndiz, J. A., Rosas, P. (2010). La miel de abeja y su importancia. CONACYT.
- Underwood, R., López, M. (2024). Métodos para el control de Varroa destructor: un enfoque integrado de manejo de plagas. Disponible en: <https://extension.psu.edu/metodos-para-el-control-de-varroa-destructor-un-enfoque-de-manejo-integrado-de-plagas> (consultada el 10 de junio del 2024).
- Verde, J.M. (2007). Los servicios veterinarios estatales y sus retos en la apicultura moderna e intensiva. REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria, 8 (3): 1-6.
- Vit, P. (2005). Productos de la colmena secretados por las abejas: Cera de abejas, jalea real y veneno de abejas. Revista del Instituto Nacional de Higiene Rafael Rangel, 36(1):35-42.