

**DESCRIPCIÓN DE LAS TÉCNICAS DE LABORATORIO PARA LA
IDENTIFICACIÓN DE AGENTES QUE CAUSAN VARROA (*Varroa Destructor*),
ACARAPIOSIS (*Acarapis Woodi*) Y NOSEMOSIS (*Nosema Apis*)**

TATIANA ISABEL MUÑOZ CLAVIJO

EMILI DAYANA CUMBAL ORBES



UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTÉCNICA

PROGRAMA DE MEDICINA VETERINARIA

POPAYÁN

2022

**DESCRIPCIÓN DE LAS TÉCNICAS DE LABORATORIO PARA LA
IDENTIFICACIÓN DE AGENTES QUE CAUSAN VARROA (*Varroa Destructor*),
ACARAPIOSIS (*Acarapis Woodi*) Y NOSEMOSIS (*Nosema Apis*)**

TATIANA ISABEL MUÑOZ CLAVIJO

EMILI DAYANA CUMBAL ORBES

Monografía presentada como requisito para optar al título de Médico Veterinario

DIRECTOR:

FREDY JAVIER ANGARITA ALONSO

Médico Veterinario y Zootecnista



UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTÉCNICA

PROGRAMA DE MEDICINA VETERINARIA

POPAYÁN

2022

Nota de aceptación

La presente monografía ha sido aceptada por el comité de trabajo de grado de la facultad de Medicina Veterinaria de la UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO, sede Popayán, como uno de los requisitos para optar el título de Médico Veterinario

M.V.Z FREDDY JAVIER ANGARITA ALONSO

Director de trabajo de grado

Firma del Presidente del Jurado

Firma jurado

Dedicatoria

*A dios gracias por darnos la fortaleza en este largo camino de la vida
A nuestras familias, padres, hermanos, que son la base para el desarrollo
Personal y profesional, por todo el amor incondicional y el apoyo durante este gran proceso, a
nuestras mascotas y a todos los animales del mundo por ser la inspiración vocacional para cada
día desarrollarnos mejor como profesionales y así mejorar y contribuir a la rama de la
medicina.
A todos los que hicieron parte de nuestra formación durante esta hermosa carrera, mis amigos
de estudio y profesores.
Y a mi compañera de equipo de trabajo por su compromiso incondicional para llegar a culminar
esta investigación*

Tatiana Muñoz

Emili Cumbal

Agradecimientos

De una forma muy especial a nuestra Facultad UAN (Universidad Antonio Nariño), a nuestros docentes y directivos por habernos brindado tan Sagrado espacio académico para desarrollarnos como profesionales idóneos y personas de bien; a todos nuestros compañeros que a lo largo de nuestra carrera compartieron este proceso hacia el éxito.

A Fredy Javier Angarita Alonso, director, por su valioso tiempo, paciencia, entrega, por valiosos aportes profesionales para el direccionamiento metodológico y técnico de nuestra investigación.

Contenido

	Página
Abstract	9
Introducción	17
1. Planteamiento del Problema	19
1.1 Descripción del Problema	19
1.2 Formulación del problema	20
2 Justificación	21
3 Objetivos	22
3.1 Objetivo General	22
3.2 Objetivos Específicos	22
4. Estado del Arte	23
4.1 Marco de Antecedentes	23
4.2 Marco Teórico	26
4.2.1 Habitantes de las Colmenas.	27
4.2.2 Generalidades de la Apicultura en Colombia	31
4.2.3 Patógenos en Abejas de Apicultura	33
4.2.4 Enfermedades Causadas por Hongos.	34
4.2.4.1 Nosemosis.	34
4.2.5 Parásitos Causados por Ácaros.	37

	14
4.2.5.1 Varroasis.	37
4.2.5.2 Acariosis.	39
5. Metodología	42
5.1 Tipo de Investigación	42
5.2 Línea de Investigación	42
5.3 Área de Estudio	42
5.4 Método	43
5.5 Estimadores Tendencia Mensual (Número De Muestras Positivas Y Nivel De Infestación)	47
6. Técnicas de laboratorio para la identificación de agentes que causan Varroa (Varroa Destructor)	48
6.1 Identificación morfológica del agente	49
6.1.1 Detección del agente	50
6.1.2 Examen en las abejas	51
6.2 Técnicas de laboratorio para la identificación de agentes que causan Acarapiosis (Acarapis Woodi)	52
6.2.1 Técnica de disección	53
6.2.2 Técnica de homogenización (Colin et al., 1979)	53
6.2.3 Técnicas de tinción (Peng & Nasr, 1985)	54
6.3 Técnicas de laboratorio para la identificación de agentes que causan Nosemosis (Nosema Apis)	54
Conclusiones	57
Bibliografía	58

Lista de Figuras

	Página
Figura 1. Proteger a las abejas	11
Figura 2. Partes externas de las abejas	20
Figura 3. Sistema Digestivo	18
Figura 4. Nosemosis	25
Figura 5. Varroasis	27
Figura 6. Acariosis	30
Figura 7. Ácaros en la tráquea de una abeja	35

Resumen

Los agentes patógenos de las abejas *Apis mellifera* han causado grandes pérdidas económicas que afectan tanto en lo económico como en lo ambiental, pero sobre todo a los productores apícolas.

Hoy en día las abejas *Apis mellifera* sufren un gran peligro debido a varios agentes que hacen que estas se exterminen pero sobre todo los cambios que la humanidad ha generado como la continua extensión de áreas urbanas, la deforestación y la contaminación ambiental, además de esto la mayoría de apicultores no poseen conocimiento sobre las enfermedades que pueden presentar las abejas, y podríamos incluir desde un simple virus a enfermedades más complejas llegando a producir graves problemas en la población y pérdidas económicas muy importantes. Esta monografía tiene como propósito generar impacto al transferir conocimiento y herramientas para la mejor identificación de estos patógenos en abejas y así poder introducir mejores prácticas sanitarias a los apicultores con la información brindada, ya que no se tiene conocimientos de otros textos similares.

Palabras Clave: *Apis mellifera*, *Varroa* (*Varroa destructor*), Nosemosis (*Nosema Apis*, Acarapisosis (*Acarapis Woodi*).

Abstract

The pathogenic agents of *Apis mellifera* bees have caused great economic losses that fall both economically and environmentally, but above all to beekeepers.

Today the *Apis mellifera* bees are in great danger due to various agents that cause them to be exterminated but above all the changes that humanity has generated such as the continuous extension of urban areas, deforestation and environmental pollution, in addition to this the Most beekeepers are not aware of the diseases that bees can present, and we will see them include from a simple virus to more complex diseases, causing serious problems in the population and very important economic losses. The purpose of this monograph is to generate impact by transferring knowledge and tools for the better identification of these pathogens in bees and thus be able to introduce better sanitary practices to beekeepers with the information provided, since there is no knowledge of other similar texts.

Keywords: *Apis mellifera*, *Varroa* (*Varroa destructor*), Nosemosis (*Nosema Apis*, *Acarapisosis* (*Acarapis Woodi*).

Introducción

Las abejas son insectos que viven en colmenas que están conformadas por una reina, por varias obreras y unos pocos zánganos, los machos tienen como única función aparearse con la reina. Las abejas al igual que todos los animales, son sensibles y están expuestas a diferentes tipos de bacterias, virus y parásitos. Se debe tener en cuenta que los productos químicos que se utilizan para las cosechas pueden afectar la salud de las abejas. En el medio ambiente las abejas son de mayor importancia gracias a la serie de trabajos que esta realiza, uno de ellos es la polinización, ya que es clave en la cadena alimenticia y son las únicas que están preparadas para el trabajo de polinización al superar el invierno y tienen una gran capacidad para adaptarse a cualquier tipo de flor.

Los agentes patógenos de las abejas *Apis mellifera* han causado grandes pérdidas económicas que afectan tanto en lo económico como en lo ambiental, pero también causan grandes pérdidas en la actividad apícola, ya que los daños que provocan dichas enfermedades van desde la reducción de miel hasta la pérdida total de las colmenas. Hoy en día las abejas *Apis mellifera* sufren un gran peligro debido a varios agentes que hacen que estas se exterminen pero sobre todo los cambios que la humanidad ha generado como la continua extensión de áreas urbanas, la deforestación y la contaminación ambiental, además de esto la mayoría de apicultores no poseen conocimiento sobre las enfermedades que pueden presentar las abejas, y podríamos incluir desde un simple virus a enfermedades más complejas llegando a producir graves problemas en la población y pérdidas económicas muy importantes. Aunque las abejas por instinto y de forma natural pueden combatir varias enfermedades las nuevas enfermedades, son

difíciles de controlar, ya que estas se pueden presentar en dos estados: las enfermedades en la cría y las enfermedades que afectan a la vida de la abeja adulta.

Con este trabajo tipo monografía se determinan cuales son las principales técnicas de laboratorio para identificar agentes patógenos como: Varroa (*Varroa destructor*), Acarapisosis (*Acarapis woodi*), Nosemosis (*Nosema apis*). En este tipo de revisión literaria se busca como objetivo describir las principales técnicas de laboratorio de los agentes patógenos que afectan el estatus sanitario de una colmena.

Esta monografía tiene como propósito generar impacto al describir cuales son las mejores técnicas para identificación de patógenos en abejas como lo son: Varroosis (Varroa Destructor), Acarapisosis (Acarapis Woodi) y Nosemosis (Nosema Apis), hasta concluir cuál de todas ellas es la mejor; así impartir conocimiento y herramientas para la mejor identificación de estos patógenos en abejas.

1. Planteamiento del Problema

1.1 Descripción del Problema

“Uno de los factores que afectan la salud y bienestar de las abejas es su estado sanitario que se refleja en la disminución de colmenas. Aproximadamente 10.500 colmenas desaparecen al año”. (Nates, 2019, p.12.)

Figura 1.

Proteger a las abejas



Nota: la imagen representa a las abejas generando miel. Tomado de la Organización Mundial de Sanidad Animal (OMSA, 2015).

Uno de los principales problemas que afecta a la apicultura, está relacionada con la sanidad de los apiarios y a diferentes patógenos que causan enfermedades de tipo bacterianas, micóticas y parasitarias. Esto genera un impacto negativo en el medio ambiente al disminuir la

polinización, que se refleja en una baja producción de cultivos afectando los niveles de productividad agropecuaria. Además, las abejas cumplen un papel imprescindible para el mantenimiento de especies vegetales silvestres y aquellas destinadas a la producción de alimentos para el consumo humano y animal (Ruiz, *et al.*, 2010).

1.2 Formulación del problema

El presente trabajo tipo monografía tendrá como finalidad identificar de acuerdo a la información recopilada las mejor técnica de laboratorio para identificar los siguientes agentes patógenos en abejas: *Varroa Destructor* (Varroasis), *Acarapis Woodi* (Acarapisosis), *Nosema Apis* (Nosemosis) y concluir cuál de ellas es la más viable y confiable.

2 Justificación

Los trabajos de investigación en sanidad apícola buscan mejorar las prácticas apícolas y la salud de las poblaciones de abejas melíferas, para alcanzar producciones acordes a las exigencias que requiere la agroindustria, así como también mejorar el bienestar de estos animales que son vitales para el medio ambiente.

Los productores apícolas dedicados a la producción de miel, polen, propóleo, jalea real y cera en el Cauca, desconocen la prevención y diagnóstico de enfermedades que afectan a las abejas.

Aunque las abejas cumplan un papel importante; los documentos que hablan sobre técnicas de identificación de enfermedades en abejas son reducidos, y por esto se realizará este trabajo tipo monografía con el objetivo de identificar las principales técnicas de laboratorio para identificar Varroasis, Nosemosis y Acarapisosis, y concluir cuál de ellas es mejor con la finalidad de brindar esta información a la población en general pero en especial a los apicultores y así educar y concientizarlos, en temas relacionados con la sanidad y el bienestar de las abejas, para incrementar la productividad agrícola y pecuaria de la región.

3 Objetivos

3.1 Objetivo General

- Describir las principales técnicas de laboratorio para la identificación de agentes patógenos que causan Varroasis (*Varroa Destructor*), Acarapisosis (*Acarapis Woodi*) y Nosemosis (*Nosema Apis*).

3.2 Objetivos Específicos

- Adquirir los conocimientos de las técnicas de laboratorio para los agentes patógenos.
- Conocer y distinguir las diferentes técnicas de laboratorio según el objetivo y características de los diferentes patógenos y así determinar el método más viable y confiable.

4. Estado del Arte

4.1 Marco de Antecedentes

La apicultura es una industria importante en la salud ambiental mundial y por tanto en Colombia, se encuentra modificándose constantemente, los proyectos y avances que apoyan la mejoría de estas prácticas son importantes, ya que conllevan a garantizar la salud y bienestar de las abejas, también contribuyen como tal ecológicamente, ya que las abejas son las principales polinizadoras las cuales garantizan que haya alimento, reforestación que favorece tanto a los animales como a los humanos.

Las plagas y las enfermedades de las abejas son una amenaza grave para la prosperidad económica a largo plazo de la apicultura y como consecuencia, para la agricultura, horticultura y el medio ambiente a través de la interrupción de la polinización. Se estima que el valor de las pérdidas ocasionadas por las plagas y enfermedades en abejas para el Reino Unido es de 200 millones de libras por año; en Estados Unidos las pérdidas se traducen en miles de millones de dólares (Pérez, 2010). La apicultura en Colombia es una actividad pecuaria realizada en su mayoría por pequeños productores, distribuidos en todas las regiones del país. De acuerdo al Consejo Nacional de la cadena productiva de las abejas (Ministerio De Ambiente y Desarrollo Sostenible - CPAA, 2014) en la actualidad en Colombia existen 96.000 colmenas y 3.000 apicultores, generando 6.000 empleos directos y otros 6.000 empleos ocasionales al año.

La producción de miel en el país para el año 2015 se estimó en 3.112 toneladas, con un rendimiento de 32 Kg/colmena, siendo el núcleo de producción en los 7 departamentos de Córdoba, Huila, Antioquia, Bolívar y Sucre. La producción de polen se centra en la región

Cundiboyacense, llegando a promedios de 35 Kg/colmena año (CPAA, 2014) (Velásquez, *et al.*, 2019, p.1).

La alta incidencia de plagas y enfermedades en las colmenas se han relacionado con niveles de producción inferiores comparándose con colmenas sanas. Igualmente se ha registrado disminución en la actividad polinizadora de las abejas. Los problemas anteriormente relacionados tienen su causa por los efectos que provocan directamente sobre la abeja: disminución de peso de la abeja al nacer, malformaciones en la anatomía externa, (alas sin desplegar, ausencia de extremidades), son vectores de otras enfermedades, provocan lesiones a nivel interno tanto en sistema digestivo como respiratorio y en algunos casos altas mortalidades. Con el objetivo de determinar la condición sanitaria de colmenas productoras de miel en el municipio de Marsella departamento de Risaralda, se realizaron muestreos de diagnóstico en abeja adulta y cría de acuerdo a las recomendaciones de la Organización Mundial de sanidad Animal (OIE) en su capítulo enfermedades Apícolas. Los muestreos se realizaron entre los meses de mayo a septiembre de 2015, analizando 86 colmenas provenientes de 6 productores (Calle & Agudelo, 2019, p. 2).

Las enfermedades y parasitosis que afectan a las abejas melíferas causan importantes pérdidas económicas a la actividad apícola. Sin embargo, los daños provocados por dichas parasitosis se presentan de manera heterogénea en colonias manejadas y en enjambres silvestres. Con la finalidad de determinar la frecuencia y niveles de infestación de V. Destructor, N. Apis y A. Woodi en abejas melíferas. Una de las mayores preocupaciones del sector apícola, a nivel mundial, es lo referido a los agentes patógenos que amenazan a las colmenas (virus, bacterias, parásitos, entre otros) y que son causa de variadas enfermedades que alteran tanto la densidad poblacional de los apiarios como la producción total. Como consecuencia de la globalización

comercial, los países se encuentran en constante riesgo de introducción de enfermedades en su territorio.

Por lo tanto, contar con un modelo epidemiológico que evalúe el riesgo de la probabilidad de la entrada y difusión de enfermedades, y en este caso, de agentes patógenos que afectan a las abejas de miel en España, ayudará a incrementar los modelos de bioseguridad y policía sanitaria para garantizar intercambios comerciales de productos apícolas, con una mayor seguridad sanitaria.

Actualmente en el departamento del Cauca no existe ningún proyecto que identifique, ni cuantifique los patógenos a los que tienen predisposición las abejas Melíferas, como ya es conocido es importante tener un modelo epidemiológico, para mejorar la salud para las abejas, dando apoyo principalmente a lo que tienen contacto cercano con ellas, los apicultores. El departamento del Cauca es vulnerable en este aspecto, por tanto, brindar las herramientas provocaría gran impacto en las poblaciones de abejas y por lo tanto en la industria de la miel, polen, propóleo, etc.

Las enfermedades pueden debilitar la colonia e incluso causar su pérdida, también reducen drásticamente la capacidad de polinización, producción de miel y de otros productos apícolas; además de disminuir la producción de abejas que podrían utilizarse para formar nuevas colonias (división de colmenas y formación de núcleos). (Sánchez, *et al.*, 2019)

Las diferentes enfermedades que afectan a las *Apis mellifera* son también de causas variables, que muchas veces pueden llegar a ser confundidas entre ellas, por eso la importancia de tener buenas prácticas de identificación y diagnóstico para evitar las posibles desventajas de tratar afecciones con pocos conocimientos.

La cantidad de proteínas, carbohidratos, minerales, grasas, vitaminas y agua que las

abejas necesitan para sus actividades vitales, son obtenidas del almacenamiento de néctar, polen y agua, siendo el néctar y la ligamaza las principales fuentes de abastecimiento de carbohidratos y el polen suministra todos los demás elementos nutricionales indispensables. Estos suplementos son utilizados para mejorar la nutrición de las abejas y son beneficiosos porque aseguran un desarrollo continuo de las colonias aumentando la tasa de postura de huevos. Además, estos suplementos son de gran importancia en lugares donde el polen es escaso sobre todo en época invernal y prepara a las colmenas en un nivel óptimo de población para el aprovechamiento de los flujos de néctar, polinizar cultivos y aumentar la población de reinas.

Por otra parte, cualquier estrés alimenticio que tenga la colonia, sobre todo en época invernal, será causa predisponente para la aparición de enfermedades. por ello, es necesario dentro del manejo apícola de invernada la aplicación de diferentes dietas ricas en energía y proteínas (Avilez, 2019).

4.2 Marco Teórico

Las abejas son insectos voladores estrechamente relacionados con las avispas, son muy importantes para el ambiente, ya que transportan el polen a plantas, frutos y semillas para la formación de estos, tienen un gran impacto porque ellas garantizan los productos que el hombre y otras especies consumen como: miel, propóleo, polen, jalea real, y otros. Además, son parte importante del desarrollo económico, por los productos que promueven y pueden ser vendidos, sin las abejas habría un desequilibrio económico y ambiental, por ello es importante promover el cuidado de esta especie (Nates, 2019).

La polinización es un proceso en el que estos peculiares animales y otros insectos transfieren de una planta o flor a otra y como resultado mantienen el ciclo de vida en movimiento, esto quiere decir que, si las abejas llegaran a desaparecer, el 70% de las cosechas dejarían de existir y con ello la mayoría de los animales que el ser humano consume. Hay miles de especies diferentes de abejas en el mundo, pero las dos más importantes para la apicultura son la abeja melífera occidental, *Apis mellifera*, y la abeja melífera oriental, *A. Ceranae*. Las abejas, al igual que todos los animales incluido el hombre, son sensibles a las bacterias, virus y parásitos. Su resistencia a los factores adversos es mayor si se encuentran en óptimo estado sanitario y de nutrición. Los retos ambientales, entre los que cabe citar los productos químicos usados para proteger las cosechas de los insectos y la mala hierba, pueden tener efectos perjudiciales para la salud de las abejas, en particular si hospedan patógenos (OMS, 2020).

4.2.1 Habitantes de las Colmenas.

La abeja reina: tiene como función poner huevos de los que sale el resto de habitantes de la colmena, es de tamaño más grande que la abeja obrera, abdomen más alargado y con alas más cortas.

Las obreras: En general dentro de una colmena hay como mínimo 20.000 obreras, pudiendo llegar hasta 60/70.000 son de tamaño menor que la reina y los zánganos y cumplen diferentes funciones según su edad.

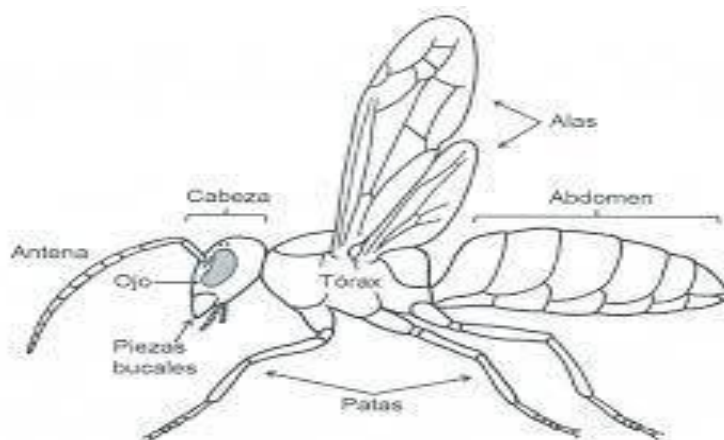
Los zánganos: Son los machos. Tienen una única función: fecundar a la reina. No intervienen en la recolección de néctar ni en la elaboración de miel ni en la defensa de la colmena ya que no poseen aguijón.

La diferencia entre una reina y una obrera es que la reina recibe una alimentación especial (jalea real), desde los primeros días de larva por el resto de su vida, logrando un desarrollo más completo, lo que le permite ser fecundada y contribuir a la conservación de la especie. La reina carece de las herramientas de trabajo que poseen las obreras, como cestas para el polen, glándulas que producen cera, y un buche bien desarrollado para miel (Sánchez, 2018. P. 19-20).

La anatomía de la abeja, posee cinco características que son comunes en la mayoría de los insectos: tienen un duro escudo exterior llamado exoesqueleto, tres partes del cuerpo principales: cabeza, tórax y abdomen, un par de antenas que están unidas a su cabeza, tres pares de piernas que usan para caminar y dos pares de alas (Ask A Biologist, 2020) (Ver Figura 2).

Figura 2.

Partes externas de la



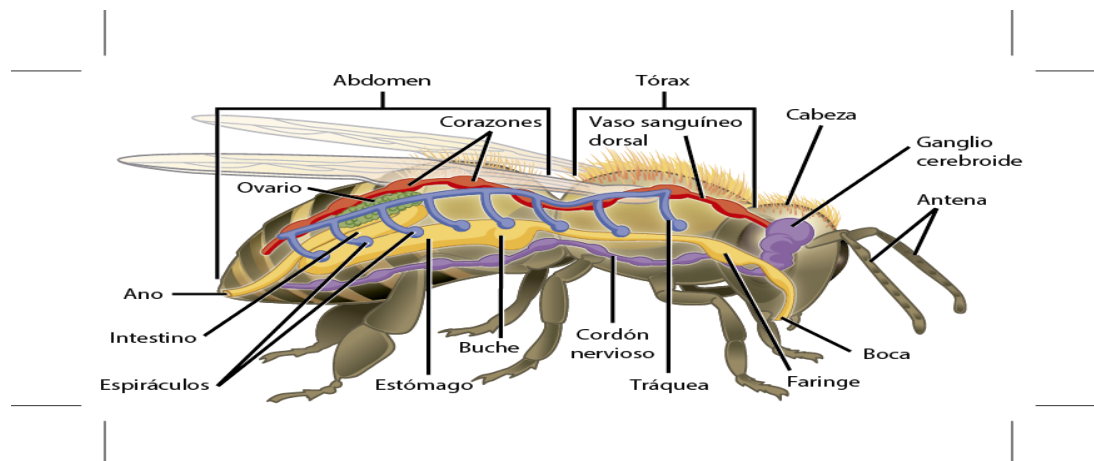
Nota: la imagen representa las partes externas de la abeja. Tomado de Apablaza & Urrea, 2010.

En el aparato digestivo la primera parte es la boca, formado por un tubo continuo, situado en la parte antero inferior de la cabeza, y consta de las siguientes piezas: el labio superior o labro, la Epifaringe y un par de mandíbulas. Es un órgano sensorial y de alimentación.

La abeja no dispone de un órgano expresamente determinado para el intercambio gaseoso. Esto lo efectúa por un sistema traqueal, formado por; estigmas o espiráculos, tráqueas, sacos traqueales y tráqueolas (es donde verdaderamente se produce el intercambio gaseoso).

En el Estomodeo o intestino anterior, se diferencian la faringe, el esófago, el buche o bolsa melaria y el proventrículo o estómago muscular. El Mesenterón o intestino medio, se extiende desde un esfínter o válvula cardiaca, que le separa del estomodeo, hasta otro o válvula pilórica que lo hace del Proctodeo. El Proctodeo o intestino posterior, se inicia en la válvula pilórica y termina en la abertura anal. Normalmente se distingue una parte anterior y otra posterior o recto, Si el esfínter pilórico se cierra, el Proctodeo sólo recibe el contenido de los tubos de Malpighi que desembocan en sus comienzos, pero al abrirse de forma periódica, permite el paso del contenido del Mesenterón o intestino medio (Fontanillas, 2002) (Ver Figura 3).

El sistema respiratorio de tipo traqueal y comunica con el exterior por los estigmas o espiráculos, que comunican con un sistema de tubos elásticos o tráqueas, las cuales se ramifican por todo el cuerpo en forma de tráqueolas que aportan oxígeno a los tejidos. Los espiráculos son de forma redondeada y se abren en los segmentos torácicos y en los ocho primeros abdominales. Las tráqueas son invaginaciones de la cutícula y por tanto están formadas por una capa de células que segrega el revestimiento cuticular. Los tubos traqueales se hallan reforzados por filamentos espirales que impiden su cierre (Fontanillas, 2002).

Figura 3.*Sistema Digestivo*

Nota: la imagen representa las partes del sistema digestivo. Tomado de Corona Apicultores (2017).

Existen diferentes agentes causantes de las enfermedades en abejas, debido a estas enfermedades se debilita la colonia y su producción. La identificación de las enfermedades se realiza en el primer contacto con el apicultor y esto continua, además el manejo de forma incorrecta puede confundirse con enfermedades infecciosas. Uno de los grandes problemas en la apicultura es el implemento de manejos manuales, sin tener en cuenta otros sistemas de manejo; y muchos de otros problemas se relacionan con el mal estado de los apiarios, el clima, y los escasos de medidas profilácticas para evitar inconvenientes futuros (Calderón & Sánchez, 2011).

En Colombia la mayor cantidad de colmenas se registran en las regiones Andina y Atlántica, departamentos como Sucre, Bolívar, Córdoba y Huila son tradicionalmente reconocidos por la producción de miel de abejas en el país, departamentos como Antioquia, Magdalena y Cesar y los de la región Orinoquía han venido incrementando el número de colmenas recientemente, gracias a proyectos relacionados principalmente con procesos de

sustitución de cultivos ilícitos y disminución del impacto ambiental por minería y otras actividades, así mismo, la apicultura presenta un gran crecimiento hacia los llanos orientales en asocio con las plantaciones de Acacia mágnun, gran fuente de miel (ANDI, 2017).

4.2.2 Generalidades de la Apicultura en Colombia

La apicultura es la práctica que consiste en el cuidado de un enjambre de abejas, contribuir a su desarrollo para obtener como beneficio los productos que estos animales elaboran para el consumo, y utilización del hombre. La apicultura colombiana tiene sus inicios durante la conquista española cuando fue introducida al continente la abeja *Apis melífera* (Santamaría Bueno, 2009), especie que, debido a su alta producción de miel, desplazó rápidamente las abejas nativas, que eran aprovechadas de forma racional por las tribus indígenas colombianas para la obtención de miel, cera y otros productos (Sánchez, *et al.*, 2019).

De acuerdo al consejo nacional de la cadena productiva de las abejas, en la actualidad en Colombia existen 96.000 colmenas y 3.000 apicultores, generando 6.000 empleos directos y otros 6.000 empleos ocasionales al año. La producción de miel en el país para el año 2015 se estimó en 3.112 toneladas, con un rendimiento de 32 Kg/colmena, siendo el núcleo de producción en los 7 departamentos de Córdoba, Huila, Antioquia, Bolívar y Sucre. La producción de polen se centra en la región Cundiboyacense, llegando a promedios de 35 Kg/colmena año” (Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible - MADS, 2014). En Colombia las medidas sanitarias no son rigurosas, el diagnóstico y tratamiento de las enfermedades no están de forma organizada, por ello hay una alta probabilidad de que las abejas sean afectadas por patógenos (Calle & Agudelo, 2019).

Las abejas africanizadas han entrado por Sudamérica y son los animales de mayor utilización debido a su gran resistencia a enfermedades y plagas, gracias a esto los productos que desarrollan estas especies son orgánicos y libres de químicos. “En el 2005 los apicultores tenían mayor control de este tipo de abejas” (Calle & Agudelo, 2019, p. 8-9).

En 2004 fue creada la federación nacional de apicultores en Colombia “FENAPICOL”, con el propósito de asociar a los apicultores del país, garantizando sus derechos, promoviendo sus proyectos y programas en beneficio de las abejas y la apicultura; así como la Cooperativa Integral de Apicultores del Cauca (COOAPICA) que regula los precios del mercado, ofreciéndole a los consumidores productos de excelente calidad a precios justos. A su vez, trabaja por la calidad de vida de sus asociados acorde con la filosofía del cooperativismo y solidaridad en beneficio del pequeño productor y su misión que es desarrollar la apicultura en el Departamento del Cauca, como una alternativa de producción agropecuaria, aprovechando la enorme potencialidad de su biodiversidad, exportando sus productos, generando divisas, fuentes de empleo y de alimento para las familias campesinas involucradas en el proceso (COOAPICA, 2020).

Aunque la apicultura en Colombia en mayor proporción, es desarrollada por personas de conocimiento empírico, sin haber sido instruidos formalmente. En los últimos años la apicultura ha sido más atractiva en el mundo empresarial por lo tanto han ascendido los niveles de producción, de conocimiento y mejora en los cuidados hacia estos animales. Las abejas son de un amplio espectro existen abejas pequeñas, grandes, con aguijón y sin él; la utilizada mayormente y en la cual será enfocado el proyecto es la abeja europea o abeja doméstica (*Apis mellifera*). Probablemente originaria de África y Europa y fue introducida en América durante la

colonización europea, también habita en Australia, Nueva Zelanda, Japón y China (Mendizábal, 2019).

Por medio de la investigación liderada por el proyecto, Salud Apícola 2020 Latam en conjunto con la Corporación Universitaria Comfacauca (Unicomfacauca), se logró identificar varios aspectos que se pueden mejorar, para una apicultura más rentable y ambientalmente sustentable. Los monitoreos que se realizaron durante el año 2018 a 385 colmenas en 77 apiarios del Cauca, para detectar riesgos sanitarios, ambientales, genéticos y de manipulación que podrían estar afectándolas, encontraron que el 79% de los apicultores no contaba con alguna bodega para almacenar sus insumos apícolas, el 47% no desinfectaba los materiales de madera de la colmena, el 78% no llevaba registro de sus actividades y el 74% no renovaba la abeja reina para contar con una más joven. Además de la tasa de infestación por el parásito *Varroa sp.* que supera el umbral crítico del 3% de las abejas afectadas, presentes en la zona centro y sur del departamento (Beltrán, 2019).

Es importante mencionar que, según la Federación Colombiana de Apicultores y Criadores de Abejas, Colombia cuenta con 115.000 colmenas, que equivaldrían al 10% del potencial, donde por medio de este tipo de estrategias de prevención se podrían llegar a tener hasta un millón de colmenas en el país.

4.2.3 Patógenos en Abejas de Apicultura

En la apicultura uno de los mayores problemas que presentan los patógenos que afectan a las colmenas como (virus, bacterias, parásitos entre otros) causan ciertas enfermedades que además de afectar a las abejas también afectan al sector agrícola. Las enfermedades pueden ir

desde un simple virus a enfermedades más complejas llegando a producir la muerte de una gran parte de la población (Sánchez, 2019).

Existen múltiples causas que conllevan a la disminución de las poblaciones de abejas. Entre ellos, la destrucción de su hábitat y el uso de ciertos pesticidas juegan un papel importante y esto nos lleva a un riesgo en la polinización de diferentes plantas y cultivos, con graves consecuencias ambientales, agronómicas y económicas. Entre las enfermedades comunes de las abejas, hay algunas infestaciones, como las provocadas por ácaros (Cabañes, 2021).

En varios de estos casos, la pérdida de estas abejas parece ser el resultado de la interacción de muchos factores. Proponemos que la lucha contra éstos patógenos debe ser una prioridad para futuras investigaciones relacionadas con la salud de las abejas. Resaltamos la actual necesidad de contar con métodos de control eficientes contra estos agentes y discutimos también la necesidad de nuevos enfoques (Vincent, 2015).

4.2.4 Enfermedades Causadas por Hongos.

4.2.4.1 Nosemosis. Esta enfermedad es un parásito del tracto digestivo que afecta principalmente a las abejas adultas provocado por el protozoario *N. Apis* considerado el menos importante ya que este provoca una baja de hemofilia de la abeja infestada (Martínez, *et al.*, 2019).

Es causada por el Microsporidio *Nosema spp.* que parasita el intestino medio de las abejas melíferas adultas, es mortal en su forma aguda y ello ocasiona pérdidas económicas muy importantes al productor apícola. Se reproducen en las células epiteliales provocando y afectando algunas funciones digestivas como la desnutrición, envejecimiento fisiológico y reducción de las

glándulas hipo faríngeas que las conlleva a una baja producción de jalea real. Cuando una abeja reina es infestada las obreras pueden sustituirla rápidamente dejándolas huérfanas (Morón, 2019).

Las esporas, son de tamaño microscópico ovalados de aproximadamente 4 a 6 micras de largo por 2 a 4 de ancho. En el interior de una espora se aloja de una forma vegetativa del parásito. La viabilidad de estas esporas depende de las condiciones a las cuales son expuestas, puede ser que permanezcan viables por mucho tiempo en las heces secas sobre los panales, pero pueden perder su viabilidad si se exponen a temperaturas superiores a 37°C. La Nosemosis se considera la enfermedad de las abejas más diseminadas en el mundo, por lo que se ha encontrado en todos los países donde se practica apicultura. Esta enfermedad se encuentra presente durante todo el año dentro de las colmenas, y se hace presente después de periodos de encierro de las abejas dentro de la colmena (lluvias, fríos, vientos, nevados, etc.); entre más largo sea este periodo de encierro, más grave será la manifestación de la Nosemosis (Manual de patología apícola, 2022, p, 21).

La Nosema en general aumenta cuando las abejas están confinadas, como sucede en otoño y en invierno en los climas más fríos; la enfermedad se transmite entre las abejas mediante la ingestión de agua y del material contaminado de los panales; los depósitos de miel y las abejas infectadas que queden aplastadas pueden jugar así mismo un papel importante en la transmisión de la enfermedad. Las esporas se expulsan con las heces. La importancia relativa de las heces, la miel y los cadáveres como reservorios de las esporas infectivas no se conocen del todo. En algunos casos agudos se observan marcas fecales marrones en el panal y en el frontal de la colmena, con abejas enfermas o muertas en sus proximidades. Sin embargo, la mayoría de las colonias no muestran signos claros de infección, ni siquiera cuando la enfermedad es suficiente

para causar pérdidas significativas en la producción de miel y en la eficiencia de la polinización (OIE, 2018, pp.1-2.).

Cuando las abejas permanecen mucho tiempo encerradas en la colmena, ellas se ven obligadas a defecar sobre los panales contaminándolos con esporas cuando están enfermas. Las obreras jóvenes son las encargadas de limpiar el panal, y de esta manera se pueden contaminar, las reinas en cambio adquieren la enfermedad cuando adquieren la jalea real que está la proporcionan las abejas nodrizas enfermas; mientras que los zánganos se infectan cuando reciben alimentos de las obreras por medio de la Trofalaxis (de boca a boca). El ciclo de vida del *Nosema Apis* es de aproximadamente 7 días; si esta infección no es detenida, las funciones digestivas de la abeja son inhibidas en 2 o 3 semanas lo que conlleva a un debilitamiento progresivo y posiblemente a una muerte prematura del insecto huésped. Las obreras nodrizas infectadas producen poca jalea real o dejan de producirla, mientras que las reinas ponen menos huevos y las crías son menos viables. Todos estos daños provocan una reducción de la población de la colonia, una baja productividad y cuando el caso es severo, la pérdida de la colonia (Manual de patología apícola, 2022, p,22).

Figura 4.

Nosemosis



Nota: la imagen representa abejas obreras intentando reemplazar creando células de reemplazo.

Tomado de ScientificBeekeeping (2019)

4.2.5 Parásitos Causados por Ácaros.

“Produce grandes daños como abejas sin alas o patas, esto ocurre cuando un gran número de varroa parasitan las larvas y se considera una enfermedad secundaria” (Hinojosa & Gonzales, 2019).

4.2.5.1 Varroasis. La Varroasis es una parasitosis externa causada por el ácaro *varroa Destructor* que afecta tanto a las crías, que nacen débiles, deformes y en ocasiones incapaces de volar como a las abejas adultas provocando reducción en la producción de miel, dejando a las colmenas vulnerables frente a otras enfermedades incluso en casos extremos pueden llegar a la muerte de las colmenas. En la primera fase esta ataca a las abejas, en las celdillas comienza la segunda fase, en la cual el parásito se alimenta de las crías hasta que las celdillas son operculadas por las abejas (Andrade & Ruiz, 2019).

La varroa es un parásito artrópodo, de la clase de los arácnidos y de orden de los ácaros (garrapatas). La hembra mide 1.6 mm de ancho por 1 mm de largo, por lo que se puede observar a simple vista. La hembra puede vivir sin alimento fuera de su huésped hasta 9 días y hasta 30 dentro de cría operculada en un panal a temperatura ambiente, mientras que en condiciones normales viven en promedio de 90 a 100 días (Manual de patología apícola, 2022, p, 15).

Estas se penetran en la piel intersegmental entre las placas abdominales de las abejas adultas para succionar la hemolinfa. En ocasiones se localiza entre la cabeza y el tórax. El número de parásitos aumenta gradualmente con el incremento de la actividad reproductora y el crecimiento de la población de abejas, especialmente hacia el final de la temporada, en la que pueden reconocerse por primera vez los síntomas clínicos de la infestación. La duración de la

vida del ácaro depende de la temperatura y la humedad, pero, en la práctica, puede decirse que subsisten desde varios días a unos pocos meses. Los síntomas clínicos de la Varroasis sólo se pueden reconocer en la última etapa de la infestación, por lo que el diagnóstico supone el examen de las deyecciones de la colmena (OIE, 2018, p.1-2.). La diseminación de la Varroasis de una colmena a otra o entre apiarios se propicia por medio de los zánganos que entran libremente a las colmenas, al igual que las obreras que regresan del campo y se equivocan de colmena, además de esto el apicultor también puede esparcir la parasitosis al intercambiar panales entre las colmenas, al introducir los enjambres de origen desconocido a una colmena, o al cambiar reinas adquiridas de un criadero enfermo (Manual de Patología Apícola, 2022, p 16).

La hembra fértil del ácaro inicia el ciclo biológico al entrar en la celda. Una vez alojada en el alimento de la larva se mantiene inmóvil hasta que esta la consuma; “este comportamiento puede ser una adaptación del ácaro para evitar la detección y eliminación por abejas limpiadoras” (Rosenkranz, 2010, como se citó en Maldonado *et al.*, 2017). “El ácaro pone hasta siete huevos en intervalos de 1 a 2 días, que eclosionan en ninfas, pero sólo dos o tres llegan a la fase adulta” (SAGARPA, 2011, como se citó en Maldonado *et al.*, 2017). El ácaro madre crea un agujero en la cutícula de la pupa para que las ninfas se alimenten. Esta "zona de alimentación" se localiza generalmente en el quinto segmento de la pupa de abeja y cerca del denominado sitio de acumulación fecal” (Donze, 1996, como se citó en Maldonado *et al.*, 2017).

“La lucha contra este parásito se dificulta por sus características biológicas propias del ácaro lo que hace difícil encontrar un tratamiento ideal, ya que se ha detectado que parasita al mismo tiempo a la cría y a las abejas adultas” (Sagarpa, 2005, como se citó en Maldonado *et al.*, 2017). La Varroasis ha causado la destrucción de numerosas colonias de abejas y la consiguiente reducción del número de apicultores, producción de miel y otros productos derivados de ésta en

diferentes partes del mundo después de su introducción accidental como plaga (Garedew, 2003, como se citó en Maldonado *et al.*, 2017). La infestación que origina este ácaro generalmente ocasiona la muerte de las colonias de abejas dentro de 2 a 4 años de iniciada la infestación; sin embargo, cuando una alta proporción de las abejas de una colonia están parasitadas, el colapso de la colonia puede ser previsible (Medina, 2011, como se citó en Maldonado *et al.*, 2017).

Figura 5.

Varroasis



Nota: la imagen representa Varroasis afectando a la abeja. Tomado de Ecu Red (2019).

4.2.5.2 Acariosis. La Acarapisosis, Acariosis o enfermedad Acarina es una enfermedad de la abeja adulta de la miel *Apis mellifera* L. y de otras especies de *Apis*. Está causada por el ácaro Tarsonémido *Acarapis Woodi*, conocido como ácaro traqueal. A veces se encuentra también en los sacos aéreos de la cabeza y en los torácicos y abdominales. Los ácaros se alimentan de la hemolinfa de su hospedador. La mortalidad puede variar de moderada a alta. Las primeras manifestaciones de la infección suelen pasar desapercibidas y, sólo cuando la infección es masiva se hace aparente (OIE, 2018, p.1).

El ácaro tiene un tamaño aproximado de 150 μm y es un parásito interno del sistema respiratorio, que vive y se reproduce sobre todo en la gran tráquea pro torácica de la abeja. A veces se encuentra también en los sacos aéreos de la cabeza y en los torácicos y abdominales. Los efectos patológicos en las abejas infectadas dependen del número de parásitos en la tráquea y se deben tanto a los daños mecánicos como a las disfunciones fisiológicas derivadas de la obstrucción de los conductos aéreos, las lesiones en las paredes traqueales y el descenso de la hemolinfa. A medida que aumenta la población de parásitos, las paredes traqueales, que normalmente son blancas y translúcidas, se vuelven opacas y descoloridas con manchas eruptivas negras, probablemente debidas a incrustaciones de melanina (OIE, 2018, p.1-2).

“Las abejas parasitadas pueden comportarse de manera normal, sin embargo, la población de las abejas de una colonia se reduce cuando estas se encuentran infestadas por *A. Woody*, esto provoca que la producción de miel y la recolección de polen disminuyan” (García & Enrique, 2018).

El ciclo biológico de *A. Woody* inicia cuando las hembras fecundadas penetran a través del estigma del primer par de tráqueas de las abejas. El desarrollo de la *A. Woody* se da entre los 11 y los 12 días en los machos y de 14 a 15 días en las hembras. El apareamiento ocurre en el interior de la tráquea donde la hembra es fecundada una sola vez, para después iniciar la postura uno o dos días después, solamente las hembras pueden movilizarse fuera del huésped para poder dispersarse hacia las abejas jóvenes. Este es un parásito obligado, que solo puede sobrevivir pocas horas fuera de la tráquea. Una vez que el *A. Woody* abandona el cuerpo de una abeja adulta, esta se moviliza hacia las abejas jóvenes, menores a cuatro días de edad. Los ácaros adultos y sus fases en desarrollo son capaces de perforar con su aparato bucal la pared de la

tráquea, para así absorber la hemolinfa del huésped, pudiendo penetrar una diversidad de gérmenes patógenos a través de las heridas practicadas (Ritter, 2001).

Los altos niveles de infestación, se presentan luego de largos periodos de confinamiento de las abejas dentro de su colmena, debido a que en contacto entre las abejas es más estrecho ya que su larga duración de vida permite que se desarrollen más ácaros en sus tráqueas. Su infestación también se puede presentar por los malos manejos del apicultor, con las abejas pilladoras y con los enjambres. Aunque la manera más frecuente de que llegue la enfermedad a un apiario, es a través de la migración de enjambres o por la compra de abejas reina enfermas. Los ácaros no son capaces de sobrevivir sin un huésped vivo por más de 2 o 3 horas, por eso ni la miel ni el equipo son fuentes de contaminación. (Manual de Patología Apícola, 2022, p, 13-14).

Figura 6.

Acariosis



Nota: la imagen representa Acariosis en tráquea de las abejas. Tomado de SAGARPA (2013)

5. Metodología

5.1 Tipo de Investigación

Monografía

5.2 Línea de Investigación

Bienestar y salud animal

5.3 Área de Estudio

Sanidad Apícola

5.4 Método

Técnicas para identificación de agentes patógenos (Acarapis Woodi, varroa Destructor, Nosema Apis).

Nosemosis. Se han descrito dos parásitos Microsporidianos de las abejas: *Nosema Apis* y *Nosema ceranae*. *Nosema Apis* es un parásito de la abeja europea (*Apis mellifera*) y *Nosema ceranae* de la abeja asiática (*Apis ceranae*) y de la abeja europea; ésta última se ha detectado en poblaciones de abejas europeas geográficamente separadas en Europa, Sudamérica, Norteamérica y Asia.

La muestra se debe recolectar frente a la colmena (en el suelo) y en la entrada de la colmena, si es posible un día antes de la cosecha, desbrozar/limpiar de 2 a 3 metros en frente a cada colmena, para facilitar la visualización de las abejas que están muriendo.

Para realizar esta prueba se debe recolectar abejas adultas aun vivas y moribundas (arrastrándose y que no pueden volar), esto se debe recolectar con la ayuda de una pinza, recolectar las abejas moribundas, aproximadamente 30 abejas o más por colmena. Esta muestra

se debe colocar en un frasco de plástico tipo universal perforado en la tapa y en los laterales. Esta muestra debe ir a temperatura ambiente.

En la entrada de la colmena, se pueden observar abejas enfermas y muertas, aunque se deberían eliminar otras posibles causas, tales como el envenenamiento por pesticidas y enfermedades de las abejas adultas (como la Acarapisosis) si este es el caso.

La detección de estas enfermedades infecciosas requiere un examen microscópico. Se reproducen en las células epiteliales provocando afecciones digestivas, en primera instancia, es posible detectar diarreas y fecas en la piquera. Algunas abejas se arrastrarán debido a su abdomen hinchado, junto a la piquera.

Se observará un excesivo consumo de alimento Presentaran un intestino medio de aspecto blanco, lechoso y flácido Despoblación y detención repentina del desarrollo de la colmena.

Para la detección de este Microsporidio, se empleará el método reportado por Cantwell (1970) y recomendado por la OIE (2016): Se tomarán 60 abejas y se les retirará el abdomen, se conformarán Pooles de 30 abdómenes y se depositarán en bolsas Ziploc, que contendrán 15 ml de agua destilada. Cada pool será macerado con rodillo y se agregarán 3 gotas de Nigrosina (3%) y se homogenizara el contenido, de esta suspensión, se tomarán dos gotas y se colocaran en cámara de Neubauer, para realizar el conteo de esporas en microscopio óptico a 100X. El número total de esporas de los Pooles se calcularán mediante la fórmula: Número de esporas contadas x 10000) / Número de cuadros contados. En razón a la dificultad de distinguir microscópicamente entre *N. Apis* y *N. ceranae*, las muestras infestadas se reportarán como positivas a *Nosema spp.* El nivel de infestación será determinado según el número de esporas de acuerdo a los niveles sugeridos por Fries, Ekbohm y Villumstad (1984).

Existen varios métodos de laboratorio que son utilizados actualmente para el conteo de esporas y la determinación del nivel de infección por Nosemiasis de la colmena.

Acarapisosis. La Acarapisosis es una enfermedad de origen parasitaria, que afecta a las abejas adultas y se transmite por contacto directo; la Acariosis es un endoparásito del sistema respiratorio de la tráquea producida por el acaro *Acarapis Woodi*. (OIE, 2018, cp.3.21, p.1).

Vive y se reproduce sobre todo en la tráquea y se alimenta de la hemolinfa. Para determinar la prevalencia de *Acarapis Woodi* en las colmenas a muestrear, para el diagnóstico se tomarán 30 abejas adultas ya que son las que contienen un mayor grado de infestación; se deben tomar principalmente abejas que se arrastran y sean incapaces de volar y que se encuentren dentro de un área de unos 3 metros delante de la colmena, las abejas pueden estar vivas, moribundas o muertas.

Para la recolección de abejas en la piquera, se las puede aspirar, utilizando un aspirador de enjambres de abejas o, alternativamente, barrerlas con un pincel/ brocha común (de pintura) de 4 a 5 cm de ancho, se debe cerrar la entrada de la colmena (piquera) con una tira de espuma común y recolectar las abejas que están llegando dentro de un frasco de plástico tipo universal que contenga alcohol al 70% se busca obtener 30 abejas por colmena, hay que tener en cuenta que se deben usar guantes de látex y que la muestra puede tener una vida útil de hasta 72 horas si se mantiene a temperatura ambiente durante el transporte. Ya en el laboratorio se realiza la disección de las tráqueas, según la metodología de Ritter (2016), descrita en el Manual de la OIE.

Se procede a separar el abdomen del tórax de las abejas, y se recoge el tórax con el comienzo de la cabeza y se examina con una lupa binocular a un aumento de $\times 20-30$; después de esto se separa el esclerito pleural del primer segmento torácico junto con el primer par de patas

por medio de unas pinzas y se retira la musculatura que la rodea, continuo esto se expondrá la tráquea. Se observa al microscopio, el diagnóstico positivo consiste en la presencia de melanización en la tráquea o presencia de huevos traslúcidos que son fácilmente visibles dentro de la tráquea.

Para una posterior confirmación de una infestación leve, se retira la tráquea y se coloca sobre un porta objetos con una gota de agua y así se logrará evidenciar los ácaros adultos utilizando el microscopio a un aumento de 100 X. (Ver Figura 13)

Figura 7.

Ácaros en la tráquea de una abeja



Nota: Adaptado de “Ácaros en la tráquea de una abeja”. Tomado de: Corona Apicultores (2012).

Varroasis. Esta es una enfermedad parasitaria que ataca a las abejas en cualquiera de sus estadios. Se adhieren en la piel en la parte abdominal, En la cabeza y el tórax, succiona su hemolinfa causando muchas pérdidas por mortalidad o baja producción.

Para el diagnóstico se realiza el llamado “Lavado de abejas adultas”; se requiere una muestra de aproximadamente 200 obreras adultas tomada de los panales del centro de la cámara de cría. La muestra se toma mediante el contacto de la boca del frasco con las abejas del panal y se hace un movimiento vertical de arriba hacia abajo para capturarlas y cerrar el frasco. Durante este proceso se deberá tener cuidado de no incluir a la reina. Posteriormente se llena el frasco con un cuarto de litro de agua y se depositan cuatro cucharadas de detergente (30 g) y se deja reposar durante tres minutos (Polaino *et al.*, 2006; Flores *et al.*, 2008). Seguidamente la muestra se agita vigorosamente durante 5 minutos y se cuela el contenido sobre una pieza de tela blanca para retener los ácaros. Posteriormente se cuenta el número de ácaros retenidos en la tela y el número de abejas muestreadas y finalmente el grado de infestación se calcula con la siguiente fórmula: % de infestación = # ácaros X 100 / # de abejas adultas, Si el resultado es igual o mayor que 5% la colonia deberá recibir tratamiento (Vandame, 2005).

5.5 Estimadores Tendencia Mensual (Número De Muestras Positivas Y Nivel De Infestación)

Estimadores Tendencia Mensual. Las tasas medias de incremento mensual para el número de muestras positivas (NMP) para los meses 1,2 y 3 de Loque americana (*Paenibacillus Larvae*), Loque europea (*Melissococcus Plutonius*), Cría Enyesada (*Ascosphaera Apis*), Nosemiosis (*Nosema Apis* y *Nosema ceranae*), Varroasis (*Varroa Destructor*), Acarapisosis (*Acaraphis Woodi*), se estimarán con el procedimiento GLM de SAS.

Niveles de Infestación. Para calcular el nivel de infestación de *Varroa destructor* y *Acarapis Woodi*, se estimarán utilizando la siguiente ecuación:

$$\text{Nivel de infestación (\%)} = \text{NV} / \text{NA} \times 100$$

NV= número de ácaros (*Varroa destructor* – *Acarapis Woodi*)

NA= número de abejas en la muestra

6. Técnicas de laboratorio para la identificación de agentes que causan *Varroa (Varroa Destructor)*

La varroosis está establecida en muchos países, el diagnóstico en estos lugares no solo se centra en la presencia o ausencia de *V. destructor* en las colonias de abejas melíferas, sino también en los niveles de densidad de ácaros cuando estos comienzan a ser dañinos. Para mantener un adecuado seguimiento sobre el control de *Varroa*, deben realizarse exámenes periódicamente a todo el apiario, en dado caso que la colmena se encuentre infestada, inmediatamente se debe determinar los niveles de infestación por parte de los ácaros y con base en los hallazgos se puede decidir una medida de control adecuada, seguidamente al tratamiento, se deben volver a calcular los niveles de infestación para evaluar la efectividad del tratamiento. Los umbrales de daño se pueden expresar de diversas formas, entre las que se incluyen (1) la tasa de infestación de abejas adultas (ácaros en fase de dispersión/100 abejas), (2) la caída natural diaria de ácaros y (3) el total de ácaros por colonia (Dietemann *et al.*, 2013). A nivel mundial, no se puede establecer el umbral de daño de la varroosis en *A. mellifera*, ni una tasa fija de infestación ni el número de ácaros por colonia a lo largo del año. Como en el caso de la dinámica de la población de ácaros, los umbrales de daño son muy variables y dependen de la interacción entre el genotipo y el ambiente junto con las prácticas de manejo apícola y la época del año, lo

que da lugar a diferencias sustanciales entre regiones (Rosenkranz *et al.*, 2010). Sin embargo, en diferentes regiones de América del Norte y Europa se han estimado los umbrales de daño: en la temporada apícola temprana se considera que la tasa de infestación de las abejas adultas es del 1–3% y la caída natural de entre 1 y 10 ácaros diarios, mientras que al final de la temporada apícola, se considera que los umbrales son del 3 al 10% de tasa de infestación de abejas adultas y de un total de 3000 a 4000 ácaros por colonia (Rosenkranz *et al.*, 2010). Para la identificación de *Varroa* (*Varroa destructor*) se puede identificar morfológicamente al agente ó por medio de técnicas de detección como se muestra a continuación

6.1. Identificación morfológica del agente

Varroa jacobsoni es morfológicamente cercana a *V. destructor*. Difiere ligeramente en tamaño, siendo las hembras adultas de *V. destructor* significativamente más grandes y de forma menos esférica que las hembras de *V. jacobsoni*. Sin embargo, como los criterios de tamaño son difíciles de apreciar, se recomiendan técnicas moleculares para un diagnóstico diferencial seguro entre las especies de *Varroa*. La etapa de ácaro predominante son las hembras adultas, ya que son las únicas que pueden sobrevivir fuera de las celdas de cría operculadas. La hembra de *V. destructor* es de un color marrón rojizo oscuro y tiene un cuerpo plano y ovalado de aproximadamente 1,1 mm de largo x 1,5 mm de ancho x menos de 0,5 mm de alto, cubierto de pelos cortos (*setae*). Los machos son más pequeños que las hembras, entre periformes y triangulares y son de color blanco/amarillo claro. Las etapas inmaduras también son blancas/crema. Todas las etapas se pueden ver a simple vista. En algunas circunstancias, el ácaro *Varroa* puede confundirse con el piojo de la abeja, *Braula coeca*. Este último es redondo, no ovalado, y al ser un insecto, solo tiene tres pares de patas. En las abejas, se pueden asociar varias

especies diferentes de ácaros a los ácaros *Varroa*, pero se distinguen fácilmente. Además, se sabe que otros ácaros parásitos, como los del género *Tropilaelaps* spp., causan a las colonias de abejas unos daños similares a los causados por los ácaros *Varroa* (Fúquene, 2019).

6.1.1 Detección del agente

Se han descrito tres grupos de técnicas de diagnóstico: examen de detritos, examen de abejas y examen de crías en celda operculada. La caída de ácaros naturales y el examen de adultos y crías sólo son fiables en el caso de colonias con tasas de infestación de medianas a altas con cantidades suficientes de crías (> 3000 celdas de cría) que no estén colapsando, mientras que el examen de detritos después del tratamiento con acaricidas con una eficiencia del producto > 95% es fiable en todos los casos. Un método sencillo de diagnóstico de la varroasis es el examen de los detritos generados por las propias abejas, donde se pueden encontrar ácaros caídos/muertos. Esta técnica de diagnóstico puede proporcionar dos tipos diferentes de información: (1) caída natural de ácaros y (2) mortalidad de ácaros después del tratamiento con acaricidas (Dietemann *et al.*, 2013). Con respecto a la caída natural de ácaros, además de proporcionar información sobre la tasa de muerte natural de la población de ácaros, esta prueba no invasiva puede proporcionar información sobre el comportamiento de acicalamiento de las abejas y, cuando hay cría, también sobre los ácaros detectados y eliminados por parte de las abejas obreras de las celdas de cría infestadas. Por lo tanto, la caída natural de ácaros puede proporcionar información sobre la dispersión y la población de ácaros reproductores. Esta técnica también se recomienda para actividades de seguimiento. Para la mortalidad de ácaros después del tratamiento con acaricidas, solo se pueden utilizar acaricidas no persistentes que no penetren en las crías de las celdas operculadas si las colonias de abejas melíferas no tienen las

crías en celdas operculadas. Como todos los ácaros se encuentran en la fase de dispersión forética, el período de recuento puede ser más corto. Los resultados se pueden expresar respecto a las 24 horas del día, los beneficios de esta técnica es que es eficiente y tiene una carga de trabajo relativamente baja, por otro lado, sin embargo, es un proceso lento, solo se obtienen ácaros muertos, en caso de usar algún acaricida duradero, la colmena y sus subproductos quedan contaminados durante un tiempo y no puede usarse ni venderse los productos (Dietemann *et al.*, 2013).

6.1.2 Examen en las abejas. En este segundo método se pueden utilizar tres pruebas efectivas diferentes: lavado con alcohol, lavado con jabón y prueba del azúcar en polvo. A medida que se examinan las abejas adultas, este método proporciona información sobre la población de ácaros en fase de dispersión. Las muestras se toman de marcos de cría descubiertos, donde las abejas tienen significativamente más ácaros que las de los marcos sin cría (Rosenkranz *et al.*, 2010). Cabe señalar que la infestación puede variar mucho entre colmenares, incluso cuando todos pertenecen al mismo apicultor. Asimismo, incluso dentro de un mismo colmenar, la infestación puede variar ampliamente entre colonias. La técnica de lavado con alcohol es invasiva porque las abejas sucumben rápidamente cuando se sumergen en alcohol concentrado puesto que se usa etanol al 70–75%. Con respecto a la prueba del lavado con jabón al igual que la técnica con alcohol es invasiva y mata a las abejas durante el proceso. Se pueden utilizar detergentes como jabón para lavar platos. Para evitar demasiada espuma, que dificultaría el recuento de los ácaros, se recomiendan soluciones de baja concentración, que oscilen entre el 0,2 y el 1% (1 a 5 ml de jabón para lavar platos en 500 ml de agua). En la prueba del azúcar en polvo, se tiene que no es tan invasiva como las pruebas de lavado con alcohol o con jabón, y

después de ella, las abejas pueden ser devueltas a su colonia, donde serán limpiadas por las otras abejas. Además de su uso diagnóstico, esta prueba también se recomienda para actividades de seguimiento, como también es el caso de la caída de ácaros naturales. El principio de esta técnica es que espolvorear con azúcar en polvo desalojará a los ácaros de su hospedador, posiblemente porque las partículas de azúcar se adhieren a la ambulacra (segmento distal de las patas del ácaro), y así los ácaros afectados pierden su agarre y se caen de la abeja. Una humedad alta disminuye la eficacia de esta prueba, ya que el azúcar en polvo acumula humedad y se apelmaza por lo cual se recomienda utilizar azúcar en polvo fresco (OIE, 2021).

6.2 Técnicas de laboratorio para la identificación de agentes que causan Acarapiosis (*Acarapis Woodi*)

La acarapiosis solo se puede detectar en el laboratorio mediante el examen microscópico o el enzimoimmunoensayo (ELISA) este último puede dar resultados positivos falsos y, por tanto, solo se recomienda para los exámenes de reconocimiento. Por esta razón, se dice que no hay un método fiable para la detección de niveles muy bajos de infección. El número de abejas en la muestra determina el umbral de detección del método. Se ha comprobado que se puede detectar una tasa de infección del 1 al 2% utilizando 50 abejas. Hay datos disponibles sobre muestreo secuencial (Frazier *et al.*, 2000). Estos parásitos se pueden identificar mediante los métodos de laboratorio y microscopía para lo cual se necesita observar los ácaros dentro de las tráqueas o extraerlos de ellas para su vista microscópica, para ello se tienen de diferentes metodologías ó técnicas para demostrar la presencia de los ácaros, como la disección, la homogeneización y la tinción. (OIE, 2018).

6.2.1 Técnica de disección

La disección se puede realizar de forma directa (Ritter, 1996; Wilson *et al.*, 1997) ó por maceración (Ritter, 1996). La disección es la técnica más simple y fiable para el diagnóstico de la acarapisosis, que facilita la detección de infecciones iniciales y permite establecer la tasa de infección. Utilizando un microscopio de disección, con esta técnica se pueden detectar incluso las infecciones leves. Solo en ocasiones muy excepcionales, será necesario utilizar mayores aumentos para establecer un diagnóstico. Sin embargo, esta técnica es exigente, sobre todo cuando se tiene que hacer un gran número de diagnósticos de acarapisosis (OIE, 2018).

6.2.2 Técnica de homogenización (Colin *et al.*, 1979)

Esta técnica es más rápida que la disección, pero menos exacta. A menudo en el tórax de las abejas sanas se encuentran ácaros externos como *A. externus*, *A. vagans* y *A. dorsalis*, que son morfológicamente semejantes a *A. woodi* y que pueden confundirse fácilmente con él. Sin embargo, no parecen ocasionar ningún daño serio a las abejas o a sus cuidadores. Por tanto, este método debería elegirse solo cuando lo que se necesita es una estimación aproximada del grado de infección en una región lo cual no resulta apropiado para diagnosticar un primer brote.

6.2.3 Técnicas de tinción (Peng & Nasr, 1985)

Los ácaros y la tráquea se pueden teñir específicamente, haciéndolos fácilmente visibles mediante la microscopía. Los montajes permanentes se preparan según técnicas histológicas usuales. Los colorantes catiónicos son los más adecuados y específicos, pues tiñen con intensidad los ácaros, pero débilmente las tráqueas. Lo más adecuado es una solución de azul de metileno al 1% en agua, que se prepara disolviendo primero el azul de metileno y luego

añadiendo cloruro sódico hasta hacer una solución con 0,85% de NaCl, generalmente los ácaros retienen el colorante 6 horas cuando se mantienen en etanol al 95% (Bancroft & Stevens, 1982). En esta técnica resulta importante macerar bien los tejidos en la solución de hidróxido potásico. Con este método, es posible procesar un gran número de muestras rápida y cómodamente.

6.3 Técnicas de laboratorio para la identificación de agentes que causan Nosemosis (*Nosema Apis*)

Según la Organización Mundial de Sanidad Animal (OIE), en algunos casos muy severos las abejas muestran signos claros de infección. Sin embargo, la mayoría de las colonias no los muestran, ni siquiera cuando el nivel de infección es suficiente como para causar pérdidas significativas en la producción de miel y en la eficiencia de la polinización. Por lo anterior, sólo se puede realizar un diagnóstico exacto de Nosemiasis mediante el examen microscópico del abdomen o ventrículo de la abeja adulta, ya sea por medios moleculares o por microscopía electrónica de transmisión (Medina *et al.*, 2014). Los exámenes microscópicos (a 400 aumentos) de los contenidos abdominales de las abejas afectadas revelarán la presencia de las esporas ovales de *Nosema spp.*, que miden aproximadamente $5-7 \times 3-4 \mu\text{m}$, con un contorno oscuro. *Nosema ceranae* es ligeramente más, pero es difícil distinguir entre especies empleando la microscopía óptica, sobre todo porque pueden ocurrir infecciones mixtas (Pirk *et al.*, 2013).

Para determinar la presencia de Nosemiasis, se debe obtener una muestra de abejas de la entrada (piquera) de la colmena, lo cual garantiza abejas de edad avanzada en las que hay una mayor probabilidad de determinar la infección (Medina *et al.*, 2014). Existen varios métodos de laboratorio que son utilizados actualmente para el conteo de esporas y la determinación del nivel de infección por Nosemiasis de la colmena. En esta investigación se exponen el método de Cantwell y Hemocitómetro. Es importante mencionar que también es muy utilizado el método de

reacción en cadena de la polimerasa (PCR), el cual consiste en pruebas de ADN para discriminar las esporas.

Es imprescindible indicar que este procedimiento resulta laborioso, lento y demanda experticia de la persona que observa la muestra (por la apariencia de las esporas, estas pueden confundirse con levaduras, esporas fúngicas, cuerpos grasos o quistes de *Malpighamoeba mellificae* (Amebiasis) entre otras estructuras.

Según estudios de detección realizados en Colombia, se presenta baja prevalencia de Nosema y Acarapis, junto con la práctica de no emplear tratamientos antibióticos y acaricidas en estas poblaciones, sugieren que las abejas de nuestro país pueden haber desarrollado un proceso de control natural contra todos estos agentes. Este proceso puede deberse a que la apicultura colombiana emplea híbridos africanizados y que a su vez el sistema de producción de miel y de polen no es intensivo y a que la práctica de polinización de cultivos con abejas es mínima; esto resulta en una baja movilidad de las colmenas a lugares distantes, lo cual disminuye la diseminación de patógenos, además la mayoría de apicultores en Colombia tiene un bajo número de colonias (no más de 200), distribuidas en diferentes apiarios, lo cual reduce el manejo intensivo de las colmenas. Finalmente debe notarse que, a pesar de los mecanismos de defensa natural, las abejas pueden ser afectadas por patógenos que llegan a los apiarios, por migración, venta y transferencia de colmenas y de reinas infectadas o por uso de equipo contaminado. Esta situación se ha incrementado por la globalización, que ha permitido que todos estos elementos puedan ser transportados a grandes distancias y aún entre continentes, introduciendo enfermedades en lugares donde no se encontraban previamente (Tibatá, 2016).

Discusión

Según la identificación sobre las diferentes técnicas de laboratorio la más fiable para *Varroa Destructor* (*Varroa destructor*) son las técnicas moleculares ya que estas permiten un diagnóstico diferencial seguro. Sin embargo en la técnica de detección no se recomienda al igual que la técnica de examen en las abejas, ya que estas proporcionan diferentes tipos de información e incluso pueden llegar a ser invasivas por lo que este tipo de pruebas es mejor utilizarlas en actividades de seguimiento.

Al igual que en la Acarapiosis (*Acarapis Woodi*) la mejor técnica a realizar es la disección ya que proporciona fiabilidad y es muy simple para el diagnóstico, permite establecer la infección desde sus inicios hasta establecer la tasa de infección. Mientras que las técnicas de homogeneización y de tinción son más rápidas pero menos efectivas

La técnica para Nosemosis (*Nosema Apis*) se recomienda el examen microscópico del abdomen o ventrículo de la abeja, ya sea por medios moleculares o por microscopía electrónica de transmisión.

Conclusiones

El sector apícola es de gran importancia en la producción de alimentos y la seguridad alimentaria, puesto que el 75% de los cultivos alimentarios del mundo dependen de la polinización para su producción, y a que las abejas corresponden al mayor grupo de insectos, entre miles de especies nativas, además propicia la polinización necesaria para la conservación de la flora nativa, la recuperación de bosques degradados y acelerar la reforestación de especies nativas. A nivel económico la apicultura genera alrededor de 3.000 empleos fijos y 6.000 ocasionales en el país.

De acuerdo a las referencias e información revisada y analizada se puede concluir que los apicultores no emplean mecanismos para el control de plagas y enfermedades notándose también que las técnicas de manejo aún son muy rudimentarias, lo que facilita en gran medida que se disminuya la capacidad productiva de las colmenas y que se presenten condiciones sanitarias inadecuadas dentro y fuera de las mismas. (Barrientos, 2016).

Uno de los mayores problemas en la apicultura es la falta de información o conocimiento frente a las diferentes técnicas de laboratorio, y por ende esta monografía se realizó con el propósito de dar a conocer una mejor técnica para la identificación de los diferentes patógenos.

Existen métodos de laboratorio confiables para diagnosticar el nivel de infección por *Varroa Destructor*, *Acarapis Woodi* y *Nosema Apis* que ayudarán a informarse y adquirir conocimientos de las técnicas de laboratorio de los diferentes patógenos y así poder tomar medidas para mitigar los daños a la colmena, sin embargo, para este tipo de técnicas se necesita de mucho conocimiento para poder así distinguir las diferentes técnicas de laboratorio según su objetivo y características de los diferentes tipos de patógenos.

Bibliografía

- Agudelo, J. Y. & Calle, Y. M. (2016). *Identificación de patógenos causantes de enfermedades en abejas Apis mellifera en apiarios productores de miel del municipio de Marsella departamento de Risaralda*. [info:eu-repo/semantics/bachelorThesis, Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD]. Repositorio Institucional UNAD. <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/8378>.
- Alcaldía Municipal de Popayán, A. (18 de marzo de 2019). *Nuestra Geografía*. <http://popayan.gov.co/ciudadanos/Popayán/nuestra-geografía>.
- Alpina Fundación (2019). *Donde estamos hoy*. <https://www.fundacionalpina.org/es-es/>
- Álvarez-Ramírez, Alejandro, Jiménez-González, Lizeth, Ortiz-Muñoz, Edgardo, Ruíz-García, Idalia, & Orozco-Hernández, Rogelio. (2017). *Influencia de las condiciones ambientales en la presentación de Ascosferosis (Ascosphaera apis) o cría de cal en Apis mellifera (abeja)*. Abanico veterinario, 7(3), 37-46. <https://doi.org/10.21929/abavet2017.73.4>
- Apicultors Gironins Associats, (2013). *Enfermedades parasitarias de las abejas adultas: acariosis*. <http://www.aga.cat/index.php/es/articulos/articulos-de-interes/enfermedades-tratamientos/103-1-enfermedades-parasitarias-de-las-abejas-adultas-acariosis>

Ask A Biologist. *Anatomía de las abejas* (2020).

<https://askabiologist.asu.edu/anatom%C3%ADa-de-abejas-mel%C3%ADferas#:~:text=Anatom%C3%ADa%20de%20abejas,est%C3%A1n%20unidas%20a%20su%20abeza.>

Avilez, J. P., & Araneda, X. (2007). *Estimulación de la puesta en abejas (apis mellifera)*.

Archivos de Zootecnia, 56(216),885-893. [fecha de Consulta 18 de Marzo de 2022].

ISSN: 0004-0592. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=49521608>

Barrientos Y., Valencia J. (2016). *Identificación de patógenos causantes de enfermedades en abejas Apis mellifera en apiarios productores de miel del municipio de Marsella*

departamento de Risaralda. [Tesis de grado. Universidad abierta y a distancia UNAD].

<https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/8378/10031755.pdf?sequence=3&isAllowed=y>

Bancroft J.D. & Stevens A. (1982). *Theory and Practice of Histological Techniques*. Churchill Livingstone, Edinburgh, UK.

Bayer. (2019). A deadly honey bee parasite The Varroa Mite. Obtenido de Bee Care:

https://beecare.bayer.com/bilder/upload/dynamicContentFull/Publications/The_Varroa_Mitejptfv0ri.pdf

Beltrán Valderrama J. (2019). *Apicultores podrían potenciar la productividad de colmenas en Colombia*.

<https://www.elcampesino.co/apicultores-podrian-potenciar-la-productividad-de-colmenas-en-colombia/>

Cabañes Javier. (2021). *Nosemosis y el colapso de las colmenas*.

<https://aemicol.com/nosemosis-y-el-colapso-de-las-colmenas-%EF%BB%BF-f-javier-cabanes/>

Colin M.A., Faucon J.P., Gianfert A. & Sarrazin C. (1979). A new technique for the diagnosis of Acarine infestation in honey bees. *J. Apic. Res.*, 18, 222–224.

Dietemann V., Nazzi F., Martin S.J., Anderson D., Locke B., Delaplane K.S., Wauquiez Q., Tannahill C., Frey E., Ziegelmann B., Rosenkranz P. & Ellis J.D. (2013). Standard methods for *Varroa* research. *In: The COLOSS BEEBOOK, Volume II: standard methods for Apis mellifera pest and pathogen research*, Dietemann V., Ellis J.D. & Neumann P., eds. *J. Apic. Res.*, 52.

Calderón, R., Fallas, N., & Sánchez, L. (2011). *Detección de enfermedades en abejas africanizadas en Costa Rica*. *Ciencias Veterinarias*, 25(2), 335-348. Retrieved from <https://www.revistas.una.ac.cr/index.php/veterinaria/article/view/3676>

Cámara Pro cultivos de la ANDI (febrero de 2017). *Línea base de la población de apicultores en Colombia*.

<https://abejasenagricultura.org/wp-content/uploads/2018/07/Linea-de-Base-Poblacion-Apicultores.pdf>

Coapica (2020). *Sobre nosotros*. <https://www.cooapica.com/>

Corona apicultores (2017). *Acariosis*.

<http://coronaapicultura.blogspot.com/2017/03/anatomia-digestiva-de-las-abejas.html>.

EcuRed (2019). *Varroasis*. <https://www.ecured.cu/Varroasis>.

Enfermedades apícolas (2009). Instituto interamericano de Cooperación para la Agricultura

IICA. *Loque europea*. <http://repiica.iica.int/docs/B0754e/B0754e.pdf>

Frazier M.T., Finley J., Harkness W. & Rajotte E.G. (2000). A sequential sampling scheme for detecting infestation levels of tracheal mites (Heterostigmata: Tarsonemidae) in honey bee (Hymenoptera: Apidae) colonies. *J. Economic Entomol.*, 93 (3), 551.

Fontanilla, J. (2002). *Estudio del desarrollo post-embionario en el ciclo holometabólico de la obrera de apis mellifera*. [Tesis de doctorado, Universidad Complutense de Madrid]

<https://eprints.ucm.es/3146/1/T21338.pdf>.

García Figueroa, Claudia, & Arechavaleta-Velasco, Miguel Enrique. (2018). *Prevalencia de la acariosis traqueal y niveles de infestación de Acarapis woodi en colonias de abejas de Morelos, México*. *Revista mexicana de ciencias pecuarias*, 9(3), 567-575.

<https://doi.org/10.22319/rmcp.v9i3.4194>

- Hinojosa, A., & González, D. (2004). *Prevalencia de parásitos en Apis mellifera L en colmenares del secano costero e interior de la VI Región, Chile*. *Parasitología latinoamericana*, 59(3-4), 137-141.
<https://dx.doi.org/10.4067/S0717-77122004000300008>
- Iheringia. *Série Zoología*, (91), 108-114. <http://www.scielo.br/pdf/isz/n91/9034.pdf>.
- Invernizzi, C. (2001). *Resistencia a la enfermedad de cría yesificada por colonias de Apis mellifera con eficiente comportamiento higiénico (Hymenoptera, Apidae)*.
<https://doi.org/10.1590/S0073-47212001000200016>
- 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*. REDVET. *Revista Electrónica de Veterinaria*, 18(9),1-12.[fecha de Consulta 18 de Marzo de 2022]. ISSN: . Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=63653009023>
- Manual de enfermedades apícolas (2009).
<http://repiica.iica.int/docs/B0754e/B0754e.pdfAMERICANA.pdf?189db0&189db0>
- Manual de la OIE sobre animales terrestres. (2019). *Acarapiosis de las abejas melíferas (Infestación de las abejas melífera por Acarapis Woodi)*

https://www.oie.int/fileadmin/Home/esp/Health_standards/tahm/3.02.01_Acaraposis_abejas.pdf

Manual de patología apícola (2022). *Programa Nacional para el control de la abeja*

africana. <http://www.bio-nica.info/biblioteca/AnonimoManualPatologiaApicola.pdf>

Martínez Puc, Jesús Froylán, Medina Medina, Luis A., & Catzín Ventura, Gloria Aracelly.

(2011). *Frecuencia de Varroa destructor, Nosema apis y Acarapis woodi en colonias manejadas y enjambres silvestres de abejas (Apis mellifera) en Mérida, Yucatán, México.*

Revista mexicana de ciencias pecuarias, 2(1), 25-38. Recuperado en 18 de marzo de 2022, de

http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-11242011000100003&lng=es&tlng=es.

Medigraphic (2017). *Influencia de las condiciones ambientales en la presentación de*

Ascospheosis (Ascospheera Apis) o cría de cal en Apis mellifera (abeja).

Medina, E. Guzmán, L. Espinosa, L. Uribe, R. Gutiérrez & F. Gutiérrez, “Frecuencia de Varroosis

y Nosemosis en colonias de abejas melíferas (Apis mellifera) en el estado de Zacatecas”,

Revista Chapingo serie ciencias forestales y del ambiente, vol. 20, no. 3, pp. 30-36,

September-December 2014.

Mendizábal, F. (2019). *Abejas*. 2°ed. Lanús oeste-Buenos Aires: editorial Albatros Saci, 2005.

https://books.google.es/bookshl=es&lr=lang_es&id=7jSL8ETF97wC&oi=fnd&pg=PA5

&dq=alimentacion+de+las+abejas&ots=lkdzOhiV3Q&sig=7XAI6n3zrrmMNA4RrIc_CZ
yVH6g#v=onepage&q=alimentacion%20de%20las%20abejas&f=false p.12.

Nates, G. (2019). *BEEMAP: aplicación para dispositivos móviles, con la finalidad de capturar y recolectar datos característicos de cultivos perjudiciales para la producción apicultura.* [Trabajo de grado en modalidad de monografía presentado como requisito parcial para optar por el título de especialista en Sistemas de Información Geográfica]
<http://repository.udistrital.edu.co/bitstream/11349/14687/1/BautistaBullaEduard2019.pdf>

Organización Mundial de la Salud (OMS, 2020). *Enfermedades de las abejas.*

<https://www.oie.int/es/sanidad-animal-en-el-mundo/enfermedades-de-los-animales/enfermedades-de-las-abejas>

Organización Mundial de la sanidad animal (2015). *Proteger a las abejas, preservar nuestro futuro.*

https://www.oie.int/fileadmin/Home/esp/Publications_%26_Documentation/docs/pdf/bulletin/Bull_2014-2-ESP.pdf

Organización Mundial de la Sanidad Animal. (2019). *Manual de la OIE sobre animales terrestres.*

[http://www.oie.int/es/normas-internacionales/manual-terrestre/acceso-en-linea/.](http://www.oie.int/es/normas-internacionales/manual-terrestre/acceso-en-linea/)

Orlando, V. (2019). *Loque americana*.

<https://www.apiservices.biz/es/articulos/ordenar-por-popularidad/1174-loque-americana>

Ortiz, W.H. (2019). *Entomología General*. Instituto de Educación Superior Tecnológico Público.

<http://www.isthuando.edu.pe/archivos/entomologia.pdf>

Pavez A., Paula y Ruiz R., Camilo (2019). *La varroasis en el apiario* [en línea]. Osorno:

Informativo INIA Remehue. no. 206. Disponible en:

<https://hdl.handle.net/20.500.14001/4955> (Consultado: 18 marzo 2022).

Peng Y. & Nasr M.E. (1985). Detection of honey bee tracheal mites (*Acarapis woodi*) by simple staining techniques. *J. Invertebr. Pathol.*, 46, 325–331.

Pirk, J. C. de Miranda, M. Kramer, T. E. Murray, F. Nazzi, D. Shutler, M. Van Der Steen & C.

Van Dooremalen, “Statistical guidelines for *Apis mellifera* research”, *Journal of Apicultural Research*, vol. 52, no. 4, pp. 1-24, April 2013.

Ritter W. (1996). *Diagnostik und Bekämpfung der Bienenkrankheiten* (Diagnosis and control of bee diseases). Gustav Fischer Verlag, Jena, Stuttgart, Germany.

Rodríguez, G., Bruno S. (2022). *Nosemosis; una enfermedad de las abejas adultas*

https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta_nosemosis_chb_260620.pdf

Rosenkranz P., Aumeier P. & Ziegelmann B. (2010). Biology and control of *Varroa destructor*. *J. Invert. Path.*, 103, S96–S119.

Ruiz, J., Díaz C., Rodríguez, v. y Sánchez, M. (2020). *Principales debilidades de la apicultura ecológica*.

<http://www.agroecologia.net/recursos/publicaciones/actas/cd-actas-xicongresoseae/actas/comunicaciones/131-debilidades-amenazas-apicultura-ruz.pdf>

SAGARPA (2013). *Enfermedades parasitarias de las abejas adultas: Acariosis*.

<http://www.aga.cat/index.php/es/articulos/articulos-de-interes/enfermedades-tratamientos/103-1-enfermedades-parasitarias-de-las-abejas-adultas-acariosis>

Sánchez, J.M. (25 de abril de 2019). *Análisis de riesgo en la entrada de los agentes que pueden afectar a las abejas melíferas*. España.

https://www.researchgate.net/profile/Marta_Martinez

[Aviles/publication/27593779_Analisis_de_riesgo_en_la_entrada_y_difusion_de_los_agentes_que_pueden_afectar_a_las_abejas_en_Espana/links/53ec56560cf24f241f15624e/Analisis-de-riesgo-en-la-entrada-y-difusion-de-los-agentes-que-pueden-afectar-a-las-abejas-en-Espana.pdf](https://www.researchgate.net/publication/27593779_Analisis_de_riesgo_en_la_entrada_y_difusion_de_los_agentes_que_pueden_afectar_a_las_abejas_en_Espana/links/53ec56560cf24f241f15624e/Analisis-de-riesgo-en-la-entrada-y-difusion-de-los-agentes-que-pueden-afectar-a-las-abejas-en-Espana.pdf)

Sánchez, O., Castañeda, P., Muñoz, G., y Téllez G. (2019). *Aportes para el análisis del sector Apícola Colombiano*.

http://www.revistasbolivianas.org.bo/scielo.php?pid=S2072-14042013000100005&script=sci_arttext&tlng=es

Scientificbeekeeping. (2019). *Nosemosis*.

<http://scientificbeekeeping.com/nosema-part-4-nosemosis/>

Terrestre, M. (2018). *Acaraposis de las abejas melíferas (infestación de las abejas melíferas por Acarapis Woodi)*.

https://www.oie.int/fileadmin/Home/esp/Health_standards/tahm/3.02.01_Acaraposis_abejas.pdf

Tibatá, R (2016). Detección de patógenos causantes de enfermedades de impacto en apicultura y determinación de los mitotipos de africanización en tres regiones de Colombia (Doctoral dissertation). 316p.

Velásquez Gutiérrez, B. D., & Vargas Bautista, G. A. (2016). *Diagnóstico de enfermedades parasitarias en abejas africanizadas Apis mellifera en el municipio de Marsella,*

Risaralda, Colombia. Revista De Investigación Agraria Y Ambiental, 7(1).

<https://doi.org/10.22490/21456453.1618>

Vincent, D., Pflugfelder, J., Anderson, D. (2015). *Varroa destructor: vías de investigación hacia el control sostenible*. Revista de Investigación Apícola, 51:1, 125-132.

<https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.3896/IBRA.1.51.1.15>

Wilson W.T., Pettis J.S, Henderson C.E. & Morse R.A. (1997). Tracheal mites. In: Honey Bee Pests, Predators and Diseases, Third Edition. AI Root publishing, Medina, Ohio, USA, pp 255–277.