



**Identificación de los agentes patógenos *Nosema spp.* y *Acarapis spp.*, en once unidades  
apícolas localizadas en los municipios de Cajibío y Popayán del departamento del  
Cauca**

Daniela Yunitza Anacona Sanchez

Lina Marcela Sotelo Guevara

**Universidad Antonio Nariño**  
**Programa de Medicina Veterinaria**  
**Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia**  
**Popayán**  
2023

**Identificación de los agentes patógenos *Nosema spp.* y *Acarapis spp.*, en once unidades apícolas localizadas en los municipios de Cajibío y Popayán del departamento del Cauca**

Daniela Yunitza Anacona Sanchez

Lina Marcela Sotelo Guevara

Trabajo presentado como requisito para optar al título de:

Médico Veterinario

Director (a):

Fredy Javier Angarita (Z, MV y Esp.)

Línea de investigación:

Universidad Antonio Nariño

Programa de Medicina Veterinaria

Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia

Popayán

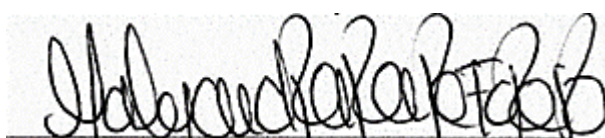
2023

Página de Aceptación

Aprobado por el jurado evaluador en cumplimiento de los requisitos exigidos

Por la universidad Antonio Nariño para optar al título de

Médico Veterinario



---

María Alejandra Romero Forero

Jurado evaluador



---

Fredy Javier Angarita Alonso.. M. V. y Z. Esp.

Director

## Tabla de Contenido

Introducción	4
1.	7
2.	9
2.1. Objetivo general	9
2.2. Objetivos específicos	9
3.	10
4. Marco referencial	11
4.1. Antecedentes	11
4.2. Anatomía de la abeja	11
4.2.1. Sistema respiratorio de las abejas melíferas	12
4.2.2. Sistema digestivo de las abejas melíferas	12
<b>4.3. Nosemosis en abejas melíferas</b>	<b>14</b>
4.3.1. Etiología	14
4.3.2. Fisiopatología	14
4.3.3. Signos clínicos	16
4.3.4. Laboratorio clínico	16
4.3.6. Tratamiento	18
4.3.7. Prevención	18
4.4. Acarapiosis de las abejas melíferas	19

	5
4.4.1. Etiología	19
4.4.2. Fisiopatología	19
4.4.3. Signos clínicos	20
4.4.4. Diagnósticos diferenciales	21
4.4.5. Laboratorio clínico	21
4.4.6. Tratamiento y control	21
4.5. Georreferenciación del estudio	21
5. Metodología	24
5.1. Muestreo	24
5.2. Identificación de <i>Nosema spp</i> de muestras colectadas	24
5.3. Identificación de <i>Acarapis woodi</i> de muestras colectadas	25
6. Resultados y Discusión	28
6.1. Acarapiosis	28
6.2. Nosemosis	30
<b>Conclusiones</b>	37
Referencias	38

### Lista de Tablas

<b>Tabla 1.</b> Cifras del sector apícola en Colombia durante el año 2021.	5
<b>Tabla 2.</b> Enfermedades de <i>Apis mellifera</i> de declaración obligatoria ante el ICA.	6
<b>Tabla 3.</b> Número de abejas muestreadas para cada agente patógeno en los municipios de Popayán y Cajibío, Cauca.	24
<b>Tabla 4.</b> Resultados para Nosemosis y Acarapisosis en 6 unidades apícolas del municipio de Cajibío - Cauca.	32
<b>Tabla 5.</b> <i>Resultados para Nosemosis y Acarapisosis en 5 unidades apícolas del municipio de Popayán - Cauca.</i>	32
<b>Tabla 6.</b> <i>Comparación de características climáticas asociadas a factores predisponentes de enfermedad en la ciudad de Popayán y el municipio de Cajibío.</i>	35

## Lista de Figuras

<b>Figura 1.</b> <i>Anatomía de las abejas</i>	12
<b>Figura 2.</b> <i>Sistema respiratorio de las abejas.</i>	13
<b>Figura 3.</b> <i>Sistema digestivo de las abejas.</i>	14
<b>Figura 4.</b> <i>Nosemosis en A.Cerana</i>	17
<b>Figura 5.</b> <i>Esporas de Nosema ceranae y Nosema apis</i>	17
<b>Figura 6.</b> <i>Características de Acarapis woodi vista desde un microscopio.</i>	20
<b>Figura 7.</b> <i>Departamento del Cauca, Colombia.</i>	23
<b>Figura 8.</b> <i>Sección posterior del tubo digestivo y el aparato vulnerador de la abeja obrera</i>	26
<b>Figura 9.</b> <i>Vista de un corte de tórax de una abeja sana</i>	27
<b>Figura 10.</b> <i>Tráquea de las abejas, sanas, sin signos de melanización.</i>	28
<b>Figura 11.</b> <i>Melanización de la tráquea de una de las abejas muestreadas</i>	29
<b>Figura 12.</b> <i>Acaro extraído de la tráquea con melanización, visto en el estereoscopio.</i>	29
<b>Figura 13.</b> <i>Vista macroscópica de intestinos sanos en abejas.</i>	30
<b>Figura 14.</b> <i>Muestra de contenido abdominal macerado observada en microscopio</i>	31
<b>Figura 15.</b> <i>Muestra de contenido abdominal macerado observada en microscopio</i>	31
<b>Figura 16.</b> <i>Probabilidad de diaria de precipitación en los municipios de Popayán y Cajibío.</i>	34

## Resumen

Las abejas son esenciales para los ecosistemas de todo el mundo, gracias al papel que cumplen en la polinización de las plantas y árboles, contribuyen a la regeneración natural de los bosques, su presencia mejora parámetros productivos de cultivos cercanos, como la cantidad de frutos por planta y la calidad de los mismos. La Acarapiosis y la Nosemosis son enfermedades que atacan a las abejas melíferas, están reportadas como enfermedades de importancia económica por la Organización Mundial de Sanidad Animal debido al impacto que tienen sobre las producciones apícolas, en Colombia estas dos enfermedades son de declaración obligatoria ante el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA). Existen pocos estudios realizados en Colombia, se encontraron tres investigaciones previas realizadas en los departamentos de Boyacá, Sucre, Magdalena, Risaralda y Cundinamarca que reportaron estas enfermedades. Este trabajo fue el primero desarrollado en el departamento del Cauca.

El propósito de este estudio fue identificar la presencia de los agentes patógenos de la Acarapiosis y la Nosemosis: *Acarapis woodi* y *Nosema sp.* en once unidades apícolas ubicadas en dos municipios del departamento del Cauca, tomando como referencia la metodología descrita en el Manual de las pruebas de diagnóstico y de las vacunas para los animales Terrestres, según la Organización Mundial de Sanidad Animal (2022), mediante el uso de un estereoscopio. El muestreo se realizó durante los meses de Abril, Mayo y Junio del 2023 y se obtuvo una muestra positiva para *Acarapis woodi* en una unidad apícola del municipio de Cajibío con un porcentaje de infestación del 8%.

**Palabras clave:** Acarapiosis, Nosemosis, Colombia, Identificación, Agentes.



## Abstract

Bees are essential for ecosystems around the world, thanks to the role they play in the pollination of plants and trees, they contribute to the natural regeneration of forests, their presence improves productive parameters of nearby crops, such as the number of fruits. per plant and their quality. Acarapiosis and Nosemosis are diseases that attack honey bees. They are reported as diseases of economic importance by the World Organization for Animal Health due to the impact they have on bee production. In Colombia, these two diseases are notifiable before the Institute. Colombian Agriculture (ICA). There are few studies carried out in Colombia, three previous investigations were found carried out in the departments of Boyacá, Sucre, Magdalena, Risaralda and Cundinamarca that reported these diseases. This work was first developed in the department of Cauca.

The purpose of this study was to identify the presence of the pathogenic agents of Acarapiosis and Nosemosis: *Acarapis woodi* and *Nosema sp.* in eleven beekeeping units located in two municipalities of the department of Cauca, taking as reference the methodology described in the Manual of diagnostic tests and vaccines for Terrestrial animals, according to the World Organization for Animal Health (2022), through the use of a stereoscope. Sampling was carried out during the months of April, May and June 2023 and a positive sample for *Acarapis woodi* was obtained in a beekeeping unit in the municipality of Cajibío with an infestation percentage of 8%.

**Keywords:** Acarapiosis, Nosemosis, Colombia, Identification, Agents.

## Introducción

La apicultura en Colombia tiene su inicio durante la época de la conquista cuando llegan las abejas *Apis mellifera* provenientes de Europa, desde entonces ha tenido que atravesar algunas circunstancias que han debilitado el sector en varias ocasiones, dificultando su desarrollo, por ejemplo: la introducción de abejas africanizadas, deserción masiva de apicultores, la llegada del ectoparásito *Varroa destructor*, entre otras, esto especialmente hasta los años 90 (Sanchez, Castañeda, Muños y Tellez, 2013). Para el nuevo milenio el sector apícola logra avances en el aspecto gremial y consigue ser reconocido por Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR) desde el año 2005 cuando se crea la Secretaría Técnica de la Cadena de las Abejas y la Apicultura (CPAA), y a partir de ese año muestra progresos anuales orientados a de consolidar la institucionalidad del gremio (Sanchez, Castañeda, Muños y Tellez, 2013).

De acuerdo a las proyecciones estadísticas reportadas por el MADR para el año 2021, en Colombia existen alrededor de 140.335 colmenas, que hacen parte de 4.677 apiarios, cuya producción de miel está estimada en 4.650 toneladas. Los departamentos productores de miel son Meta, Antioquia, Sucre, Córdoba y Huila, y los productores de polen son Boyacá y Cundinamarca. Así mismo, este sector genera aproximadamente 9.000 empleos entre formales e informales como se muestra en la Tabla 1 (MADR, 2021).

Algunos autores creen que el sector apícola Colombiano, a pesar de contar con un amplio recorrido, aún no ha generado un avance considerable de tipo tecnológico e industrializado para el mejoramiento de sus procesos productivos (Silva, Arcos y Gómez, 2006). Esto se ve reflejado en los datos que nos revela el MADR donde la mayoría de apicultores (78%) indica que su dedicación a la actividad es de tiempo parcial, no cuentan con casa propia para su desarrollo (51%), casi todos no disponen de lugares adecuados para hacer el beneficio, menos de la mitad reporta llevar contabilidad y registros sobre costos de

producción, el 21% son profesionales aunque no de áreas relacionadas con el sector agropecuario, el 49% de las vinculaciones al sector se dan por tradición familiar e influencia de los vecinos, es escaso su conocimiento sobre las patologías de las abejas y métodos de control (Martinez Anzola, 2006).

**Tabla 1.** Cifras del sector apícola en Colombia durante el año 2021.

Indicadores en apicultura	Valores
Colmenas en el país	140.335
Nº Apiarios	4.677
Producción de miel	4.650 ton
Rendimiento promedio de miel	29 kg/colmena
Apicultores	3.000
Empleos generados	9.000
Aporte de la polinización sobre cultivos	\$ 643.000 Millones
Crecimiento del sector del 2012-2019 promedio anual	5%
Crecimiento del sector del 2020-2021	3.49%

Por otro lado, el MADR por intermedio del Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), desarrolla las políticas y planes tendientes a la protección de la sanidad, la producción y la productividad agropecuarias del país, de esta forma, el ICA ha acogido las enfermedades de importancia económica y social recomendadas por la Organización Mundial de Sanidad Animal (OMSA), dentro del marco regulatorio como enfermedades de declaración obligatoria las cuales se muestran en la Tabla 2 (ICA, 2022).

Por esta razón, nuestro trabajo de investigación busca identificar el agente infeccioso de dos enfermedades en específico: Acarapisosis y Nosemosis en dos municipios del departamento del Cauca donde no hay estudios previos para ninguna de las enfermedades. Con el fin de ampliar la información sobre la propagación de estas enfermedades en el territorio nacional, estudios anteriores han reportado la presencia de agentes *Acarapis woodi* y *Nosema spp.* en los departamentos de Boyacá, Sucre, Magdalena, Risaralda y Cundinamarca (Calle y Portes, 2015; Tibata, 2016), por lo que nos atrevemos a pensar que también existe en el Cauca.

Para comprobarlo se tomó como referencia la metodología descrita en el Manual de las pruebas de diagnóstico y de las vacunas para los animales terrestres por la OMSA, (2022) para la identificación de los agentes infecciosos: *Acarapis woodi* y *Nosema spp.* en once unidades apícolas de los municipios Cajibío y Popayán del departamento del Cauca.

**Tabla 2.** *Enfermedades de Apis mellifera de declaración obligatoria ante el ICA.*

<b>Origen</b>	<b>Enfermedad</b>
Bacterias	Loque americana Loque Europea
Ácaros	<i>Tropilaelaps</i> (Ácaro externo similar a Varroa) <i>Acarapis woodi</i> (Ácaro traqueal) Varroa
Insectos	<i>Aethina tumida</i> (Pequeño escarabajo de las colmenas)

*Nota:* Esta tabla muestra las enfermedades de declaración obligatoria ante el ICA en Colombia.

## 1. Planteamiento del problema

La polinización es un proceso fundamental para que las plantas produzcan cualquier tipo de semilla o fruto, y su objetivo final es la reproducción, son esenciales para la regeneración natural de los bosques (Puentes y Saavedra, 2018). Este proceso requiere del traslado del polen desde las anteras, hasta los estigmas, ya sea de la misma planta o desde otras que se encuentren a cierta distancia, aquí juegan un papel importante las abejas que mientras visitan las flores en busca de néctar o polen, transportan los gránulos que contribuyen a la polinización (Bradbear, 2005). Se estima que cerca del 73% de las especies vegetales cultivadas en el mundo son polinizadas por algún tipo de abeja (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO], 2004) y más del 75% de la vegetación mundial (Manrique, 2006). Además, las abejas son productoras de miel, polen, cera, resinas entre otros, algunos de estos productos son usados para consumo y otros para industria farmacéutica

En los ecosistemas Colombianos se ha observado que la preservación y mantenimiento de colonias de *Apis mellifera* están relacionados con el aumento de la productividad, reflejadas en mayor número de frutos por planta y mejores características de calidad de frutos como naranja, mora, fresa, mango, entre otros (Acosta Leal et al., 2017). En los cultivos de café se ha reportado que las abejas incrementan el número de cuajes (transición de la flor a fruto) y por lo tanto la productividad en más del 16% (Badilla y Ramirez, 1991). Asimismo, mejora la calidad y cantidad de las semillas, mantiene e incrementa la variabilidad genética y el vigor híbrido del fruto resultante, es decir; se mantiene la calidad de los frutos cosecha tras cosecha. (Badilla y Ramirez, 1991; Jaramillo, 2012).

Desafortunadamente, en Colombia existen varios obstáculos para el desarrollo óptimo del sector apícola: no se cuenta con registros estadísticos con información suficiente para

realizar seguimiento y manejo (Silva, Arcos y Gómez, 2006), existen enfermedades que afectan la producción y el bienestar de las abejas de las que los apicultores no tienen un conocimiento adecuado para su control (Martinez Anzola, 2006). Algunas de ellas son de declaración obligatoria ante el ICA y comprometen el estado sanitario de los productos al momento de comercializarlos.

Así pues, nuestro objetivo es la identificación de los agentes patógenos causantes de dos enfermedades en específico: Nosemosis y Acarapiosis en los municipios de Popayán y Cajibío del departamento del Cauca, donde no se han encontrado estudios anteriores. Este trabajo pretende realizar una contribución investigativa e informativa sobre este tema, para ampliar la información disponible a los campesinos principalmente y que ellos puedan tomar las medidas necesarias para evitar la propagación de estas enfermedades en caso que estén presentes.

## 2. Objetivos

### 2.1. Objetivo general

- Identificar los agentes patógenos *Nosema spp.* y *Acarapis spp.* en unidades apícolas localizadas en los municipios de Cajibío y Popayán del departamento del Cauca.

### 2.2. Objetivos específicos

- Identificar el agente patógeno *Nosema spp.* en unidades apícolas localizadas en los municipios de Cajibío y Popayán del departamento del Cauca.
- Identificar el agente patógeno *Acarapis spp.* en unidades apícolas localizadas en los municipios de Cajibío y Popayán del departamento del Cauca.

### **3. Justificación**

Las abejas cumplen un papel muy importante en los ecosistemas del mundo al ser uno de los insectos polinizadores más eficaces, contribuyendo a la regeneración natural de los bosques, y mejorando parámetros de producción agrícola mientras genera productos relevantes para el mercado colombiano, en especial miel y polen.

Desafortunadamente, la mayoría de apicultores no cuentan con un conocimiento suficiente acerca de las enfermedades que pueden afectar el bienestar de las abejas, en consecuencia, sus producciones y el ecosistema que las rodea. Es por esto, que se hace importante ampliar la información existente sobre los agentes infecciosos de las abejas melíferas y su distribución en nuestro departamento, con el fin de poder darles herramientas a los productores apícolas para tomar decisiones apropiadas en favor de alcanzar producciones acordes con las exigencias del mercado agrícola en sanidad y calidad de productos.

De esta forma, se realiza este trabajo de investigación donde se busca identificar la presencia de los agentes infecciosos de la Acarapiosis y la Nosemosis, enfermedades de importancia económica y que son de reporte obligatorio ante el ICA, en once unidades apícolas del departamento del Cauca de las cuales 6 pertenecen Asociación de Productores Apícolas de Cajibío (APICAJIBIO) en el municipio de Cajibío y 5 a Cooperativa de Apicultores del Cauca (COOAPICA) en el municipio de Popayán.



## **4. Marco referencial**

### **4.1. Antecedentes**

En 1919 investigadores británicos descubrieron el ácaro *Acarapis woodi* mientras estudiaban las grandes pérdidas de colonias de abejas (*Apis mellifera*) en la isla de Wight. En los siguientes 30 años se identificó en numerosos países europeos como Suiza, Rusia, Escocia, Checoslovaquia, Francia, España (Orantes, González y García, 1997). Luego el ácaro se propagó al continente americano, primero a Argentina en 1968 y luego en 1980 se encontró en México y Colombia (Numa, Gomez, Cepeda y Santos, 2022).

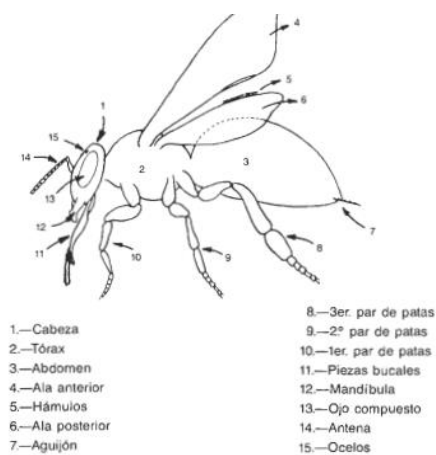
Estas enfermedades también se han reportado en México (Martínez, Medina y Catzín, 2011) y en algunos países de Suramérica (Klee et al., 2007), como Argentina (Plischuck et al., 2009), Chile (Rodríguez, 2012; Bravo et al., 2014). En Colombia se ha reportado *Acarapis woodi*, en los departamentos de Boyacá y Cundinamarca (Calle y Portes, 2015; Tibata, 2016) y *Nosema spp.* en los departamentos de Boyacá, Magdalena y Sucre (Tibata, 2016).

### **4.2. Anatomía de la abeja**

El cuerpo de la abeja se encuentra dividido en tres segmentos: cabeza, tórax y abdomen como se muestra en la Figura 1. En la cabeza se encuentran ubicados los ojos, las antenas, el aparato bucal y al interior de la misma se encuentran las glándulas hipofaríngeas, productoras de jalea real, las glándulas mandibulares, glándulas salivales y otras además del cerebro. El tórax es el centro de locomoción de la abeja además es la parte media del cuerpo, donde se insertan los dos pares de alas, los tres pares de patas y los primeros tres pares de espiráculos (aparato respiratorio); en su interior se encuentra toda la musculatura tanto la correspondiente a las alas como de las patas y también parte del sistema respiratorio (Rodríguez, 2012), seguido al tórax encontramos la parte abdominal la cual está compuesta por nueve segmentos unidos entre sí por un tejido membranoso y flexible llamado membranas intersegmentales

que le permiten gran movilidad. Los segmentos de la parte ventral se llaman esternitos. Desde el 4° al 7° esternito se encuentran los espejos de cera que son la parte exterior de las glándulas cereras. Al interior del abdomen se encuentra la mayor parte de las vísceras de la abeja compuestas por los sistemas Circulatorio, Digestivo, Respiratorio, Nervioso y Reproductor (Rodríguez, 2012).

**Figura 1.** Anatomía de las abejas



*Nota.* Anatomía externa de las abejas con sus partes señaladas. Tomado de Apuntes apicultura (p. 17) por Martínez y Cobo, 1988

#### **4.2.1. Sistema respiratorio de las abejas melíferas**

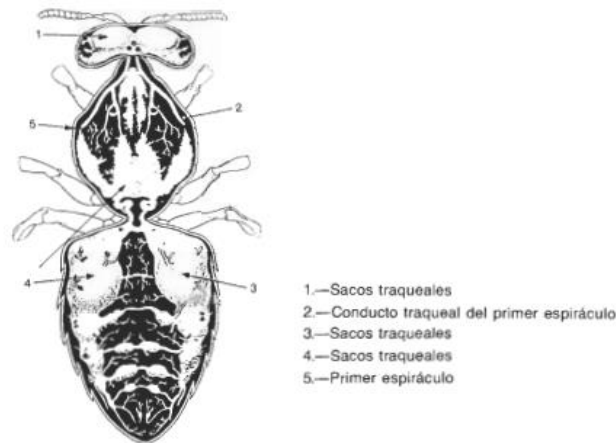
Formado por un extenso conjunto de tubos (tráqueas), que llevan el oxígeno al cuerpo enriqueciendo la hemolinfa o sangre, las tráqueas principales corren a lo largo del cuerpo formando sacos aéreos, en la parte posterior del tórax para proporcionar la cantidad de oxígeno que requiere la actividad muscular del vuelo, y a los lados del abdomen (Martínez y Cobo, 1988), como se muestra en la Figura 2.

#### **4.2.2. Sistema digestivo de las abejas melíferas**

Comienza en la boca situada en el extremo anterior de la cabeza, se continúa por el esófago, que es un tubo delgado a través de la cabeza y el tórax hasta la parte anterior del

abdomen donde se dilata y forma el buche. En él se almacena el néctar liberado en las flores (Martinez y Cobo, 1988).

**Figura 2.** Sistema respiratorio de las abejas.



*Nota.* Sistema respiratorio de las abejas. Tomado de Apuntes apicultura (p. 22) por Martinez y Cobo, 1988.

El buche termina en la válvula ventricular a través de la cual la abeja deja pasar el néctar que necesita para su mantenimiento al saco ventricular o estómago propiamente dicho. El resto de la miel contenida en el buche es regurgitado en la colmena para su almacenamiento (Martinez y Cobo, 1988).

En el estómago se digiere la comida de la abeja. A continuación, hay un estrechamiento que da lugar a un corto intestino posterior o delgado donde aún se absorben sustancias nutritivas del alimento y a cuya entrada vierten la secreción los tubos de Malpighi, cuya función corresponde a los riñones (Martinez y Cobo, 1988).

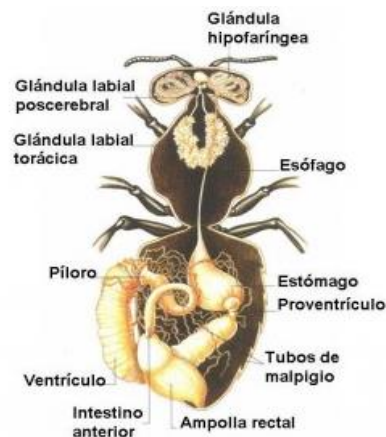
El intestino delgado termina en el intestino grueso o ampolla fecal, donde se acumulan las materias de desecho, hasta su expulsión por el ano como se muestra en la Figura 3.

### 4.3. Nosemosis en abejas melíferas

#### 4.3.1. Etiología

La nosemosis es una enfermedad que afecta el tracto reproductivo de abejas adultas y es producida por especies de hongos del orden microsporidios denominados *Nosema apis* y *Nosema ceranae*, los cuales son parásitos intracelulares obligados exclusivos de las células epiteliales del ventrículo (estómago) de las abejas adultas (Klee et al., 2007), que existen fuera de la célula huésped solo como esporas metabólicamente inactivas. Estas esporas ambientales son la forma infecciosa de todos los microsporidios que impulsan la transmisión de enfermedades entre individuos (Genersh, 2010).

**Figura 3.** Sistema digestivo de las abejas.



*Nota.* Sistema digestivo. Tomado de Anatomía interna de las abejas por Llorente, s.f. Fundación amigos de las abejas. <https://abejas.org/anatomia-interna-de-las-abejas/>

Una característica importante de estos organismos es la presencia del filamento polar enrollado dentro del espora, por el cual el parásito entra a la célula, donde se multiplica (Instituto Nacional Agropecuario [INTA], s.f.).

#### 4.3.2. Fisiopatología

Las abejas adultas se infectan al ingerir esporas de *Nosema spp.* que están presentes en las heces, en el polen, o en los pelos del cuerpo después de la limpieza (Webster, 1993).

Las esporas germinan en el intestino medio por influencia de los jugos digestivos (INTA, s.f.). e infectan las células del epitelio del intestino medio donde proliferan vigorosamente para producir nuevas esporas ambientales que se liberan en la luz intestinal (Fries, 2010).

El mecanismo de infección se basa en la inyección mecánica de un filamento polar que protruye de la espora en germinación. Con fuerza física, el filamento penetra la membrana de una célula epitelial ventricular hacia el interior de la misma. Mediante el filamento, el esporoplasma infectivo es introducido en el citoplasma de la célula epitelial ventricular, donde incrementa su tamaño controlando la síntesis de ARN en las células huésped (Yadav y Kaushik, 2017), comienza la división celular y pasa por los estadios: meronte, merozoito, esporonte para finalmente formar esporas. (Larsson, 1986; INTA, s.f.), estas se arrojan en la luz del tracto digestivo de la abeja y luego se excretan afuera. Una abeja afectada puede contener 180 millones de esporas. (Yadav y Kaushik, 2017). Bajo condiciones óptimas el ciclo de desarrollo se completa entre 48 a 60 horas (INTA, s.f.).

El tracto digestivo se daña de manera que no se puede aprovechar convenientemente el alimento ingerido. Por eso se produce un lento debilitamiento generalizado de la colmena, que se manifiesta en la disminución de vitalidad, vida media, movimientos y respuesta a los estímulos de los individuos afectados (INTA, s.f.)

Ambas especies tienen una tasa de multiplicación que depende de la temperatura, en particular, *Nosema ceranae* puede crecer mejor a temperaturas ligeramente inferiores, en comparación con *Nosema apis* (Fenoy et al., 2009). En general, los niveles de *Nosema spp.* aumentan cuando las abejas viven en confinamiento durante mucho tiempo, lo cual aumenta el riesgo de defecación dentro de la misma colmena (OMSA, 2022). En primavera, los niveles de infección pueden aumentar rápidamente porque las abejas limpian los panales para la puesta de huevos de la reina (Bailey, 1955).

### **4.3.3. Signos clínicos**

Yadav y Kaushik en 2017, nombran los siguientes signos clínicos en la presentación de la nosemosis en abejas: fatiga, menor capacidad de volar por lo que, caen durante su viaje de regreso, algunas se reúnen en depresiones o zanjas; abdomen distendido por la acumulación de excrementos, si se presiona entre los dedos, despiden una especie de papilla que es polen sin digerir (Martinez y Cobo, 1988); búsqueda de alimento a una edad temprana, pérdida del vello corporal (abejas se ven brillantes), suciedad a la entrada de la colmena (Figura 4), intestino medio hinchado y, si se disecciona muestra un color grisáceo opaco. Las abejas trepan por las briznas de hierba y caen al suelo.

Según la OMSA (2022) 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. Durante el invierno, puede haber un incremento de la mortalidad de las abejas. En las abejas afectadas, el ventrículo, que es normalmente marrón, puede ser blanco y muy frágil. También describe que en un caso típico de una colonia mermada debido a la infección por *Nosema spp.*, se puede observar a la reina rodeada por unas pocas abejas, atendiendo confusamente a la prole que ya está operculada.

### **4.3.4. Laboratorio clínico**

Para diagnosticar una infección causada por *Nosema sp*, mediante microscopía, se extrae con unas pinzas el par posterior de segmentos abdominales para poner al descubierto el ventrículo completo con los tubos de Malpighi, el intestino delgado y el recto. Normalmente, el ventrículo es marrón, pero después de una infección por *Nosema sp*, puede volverse blanco y muy frágil. Para un diagnóstico fiable, se aconseja examinar varias abejas en cada muestra (OMSA, 2022).

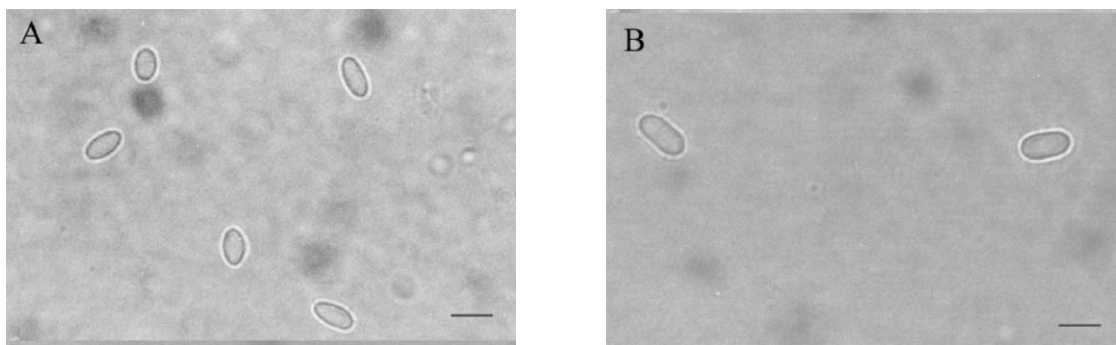
**Figura 4.** *Nosemosis en A. Cerana*



*Nota.* Nosemosis en *A. Cerana*. Tomado de *Diseases and Enemies of Honeybees* (p. 77), por Yadav y Kaushik, 2017, Springer.

El método actualmente empleado y consensuado internacionalmente para laboratorios de diagnóstico se basa en identificar y contar el número de esporas de manera visual, colocando el macerado de abeja en una cámara de recuento celular (cámara de Neubauer) y observando mediante microscopía común (Castro et al., 2016), un ejemplo de la observación de las esporas de *N. ceranae* y *N. apis* se puede ver en la Figura 5.

**Figura 5.** *Esporas de Nosema ceranae y Nosema apis*



*Nota.* Esporas de *Nosema ceranae* (A) y *Nosema apis* (B) microscopía óptica, adoptado de *Natural infections of Nosema ceranae in European honey bees* (p. 231), por Fries, Martin et al., 2006, *Journal of Apicultural Research*, 45(3): 230–233

#### **4.3.5. Diagnósticos diferenciales**

Acariosis, Amebiasis (Martinez y Cobo, 1988).

#### **4.3.6. Tratamiento**

Se debe tratar no solo las colmenas enfermas sino todo el colmenar, debido a que es una enfermedad muy contagiosa. Las esporas de *N. apis* se pueden destruir calentando las herramientas y el equipamiento de la colmena a una temperatura de al menos 60°C durante 15 minutos. Los panales pueden esterilizarse calentándolos a 49°C durante 24 horas (OMSA, 2022). Como tratamiento curativo se utiliza la fumagilina, que es una sal soluble con poder antibiótico, funciona inhibiendo la replicación del ADN de *Nosema apis* (Yadav y Kaushik, 2017). Se usa a razón de 25 mg de materia activa por colmena, durante 4 aplicaciones seguidas con intervalo de una semana. Esto gracias a que esta molécula no es activa frente a las esporas (Martinez y Cobo, 1988).

Se prepara disolviendo el medicamento (en polvo) en 10 veces su peso en agua, mezclando la solución en un jarabe de azúcar del 50%. Esta mezcla se suministrará a la colmena de modo análogo al alimento (Martinez y Cobo, 1988).

#### **4.3.7. Prevención**

Yadav y Kaushik en 2017, dan las siguientes recomendaciones para el control de nosemosis:

- Proporcionar agua corriente fresca. Drenar el agua estancada del colmenar.
- Mientras se transporta reinas, seleccionar las abejas asistentes sanas.
- Proporcionar ventilación hacia arriba para reducir la humedad.
- Desinfectar las colmenas vacías con fumigación con óxido de etileno o ácido acético a 120ml/colmena.

Martinez y Cobo en 1988, también recomendaron:

- Aplicar en primavera sulfatiazol oxiquinolina con jarabes.



- Quemar las abejas muertas y desinfectar los cuadros, cajas y material que haya estado en contacto con las colonias enfermas.

#### **4.4. Acarapiosis de las abejas melíferas**

##### **4.4.1. Etiología**

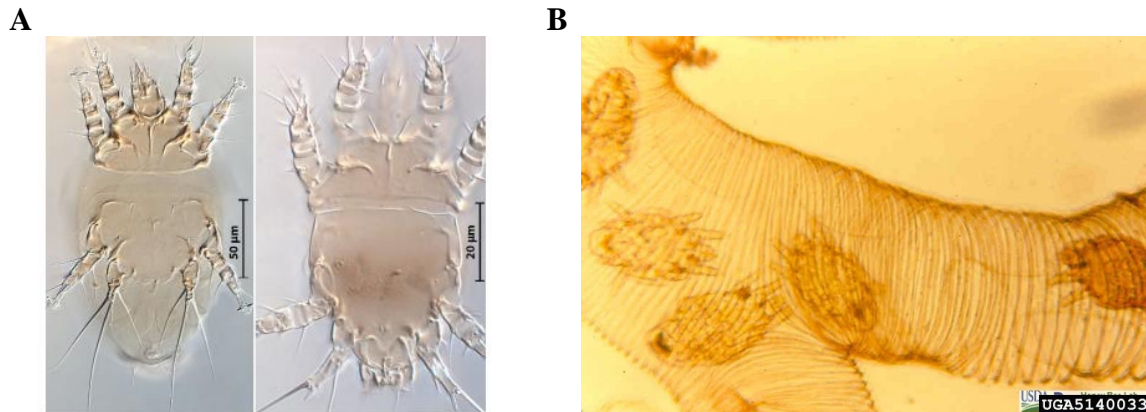
La acariosis es una enfermedad de las abejas adultas causada por el ácaro *Acarapis woodi*, la hembra adulta del ácaro tiene un tamaño aproximado de 150  $\mu\text{m}$  (OMSA, 2022), mientras que el macho un tamaño de 130  $\mu\text{m}$  como se muestra en la Figura 6A, su cuerpo tiene forma ovalada y es más ancho entre el segundo y tercer par de patas y blanquecino o de color blanco nacarado (Yadav y Kaushik, 2017). Los ácaros tienen una estructura denominada gnathosoma la cual está formada por la boca, los quelíceros y los palpos (Iraola, 1998), en este caso el gnathosoma es alargado en forma de pico para alimentarse del huésped. Estos ácaros traqueales entran, viven y se reproducen principalmente en la tráquea protorácica de todas las abejas (Figura 6B), alimentándose de la hemolinfa de su hospedador (OMSA, 2022).

Las hembras fecundadas abandonan al poco tiempo la tráquea fijándose en el cuerpo de la abeja en posición de acecho. Cuando otra abeja tiene contacto directo con la primera, el ácaro se agarra a un pelo y penetra, favorecido por los movimientos musculares, en la tráquea a través de los estigmas (Martinez y Cobo, 1988).

##### **4.4.2. Fisiopatología**

La obstrucción de la tráquea se genera por el acumulo de larvas, huevos, restos de muda y deyecciones, con reducción de su permeabilidad y elasticidad (se hacen quebradizas) generando disnea en las abejas, impidiendo la llegada de oxígeno, a los músculos alares y algunos centros nerviosos (Martinez y Cobo, 1988); a su vez, la liberación de toxinas en la hemolinfa puede provocar una septicemia en el hospedador (Cordero Del Campillo et al., 1999).

**Figura 6.** Características de *Acarapis woodi* vista desde un microscopio.



*Nota.* **A.** Comparación entre las características de una hembra y un macho de *Acarapis woodi*. (OMSA, 2022). **B.** *Acarapis woodi* en la tráquea de una abeja, Adoptado de Honey bee mite (*Acarapis woodi*) por Lilia de Guzman, 2007, IPM images.

<https://www.ipmimages.org/browse/subthumb.cfm?sub=4995>

Los ácaros al nutrirse de la hemolinfa, perforan la pared traqueal mediante su fuerte aparato bucal generando daño mecánico sobre las paredes traqueales, las que, normalmente son blancas y translúcidas, con el paso del tiempo se van volviendo opacas y descoloridas con manchas eruptivas negras, probablemente debidas a incrustaciones de melanina (OMSA, 2022).

#### **4.4.3. Signos clínicos**

Los síntomas son que las abejas no pueden volar y las alas están desarticuladas, pueden presentar una posición anormal, perpendiculares al cuerpo y caídas (Yadav y Kaushik, 2017), probablemente debido a la degeneración de los músculos alares (Cordero Del Campillo et al, 1999).

Es muy difícil diagnosticar el ataque de ácaros en síntomas visibles confiables, pero hay algunos síntomas poco confiables como la disminución de la fuerza de la colonia, disminución del tiempo de vida de la colonia, presencia de abejas rastreras con alas traseras

desarticuladas frente a la entrada de la colmena (Yadav y Kaushik, 2017). Como este ácaro se encuentra principalmente dentro de las tráqueas, las abejas deben ser diseccionadas para su examen.

#### **4.4.4. Diagnósticos diferenciales**

Nosemosis, Amebiasis, intoxicaciones, Varroasis, pillaje u otras causas (Villalba Suarez, 2011).

#### **4.4.5. Laboratorio clínico**

Los ácaros se detectan sólo mediante los métodos de laboratorio y la microscopía, o por detección molecular. En el caso de la microscopía, tienen que observarse ácaros dentro de las tráqueas o extraerlos de ellas para la observación microscópica (OMSA, 2022).

#### **4.4.6. Tratamiento y control**

El uso de cristales de mentol a 25 g colocados en la parte superior de una colonia hasta por 2 meses es eficaz en el control de la infestación de ácaros (Yadav y Kaushik, 2017). Esto logra despistar al ácaro en su etapa forética; de esta manera no puede subir a un nuevo hospedero y así se interrumpe el ciclo biológico (Villalba Suarez, 2011).

Se pueden usar acaricidas como el bromopropilato, el cual funciona como tiras fumigadoras (tiras impregnadas con la sustancia, que arden sin llama y esparcen el humo por toda la colmena), se deben aplicar una vez por semana, durante 6 a 8 semanas seguidas (Martinez y Cobo, 1988).

El uso de ácido fórmico como en el caso del ácaro *Varroa* también puede controlar este ácaro (Yadav y Kaushik, 2017).

### **4.5. Georreferenciación del estudio**

El departamento del Cauca (Figura 7A), es uno de los 32 departamentos que componen el territorio de Colombia. Se localiza en el suroeste del país y sus territorios hacen parte de las regiones Andina y Pacífica. Cuenta con una superficie 29.308 km<sup>2</sup>, lo que

representa el 2.56 % del territorio nacional, limita al sur con los departamentos de Nariño y Putumayo, al oriente con el Huila, al norte con Valle del Cauca y Tolima, y al occidente con el Océano Pacífico. Su economía está basada principalmente en la producción agrícola, especialmente de fique, caña de azúcar, caña panelera, café, papa, maíz, yuca, frijol, tomate, mora y espárragos. Es también muy importante la ganadería, y sus derivaciones de productos cárnicos y lácteos.

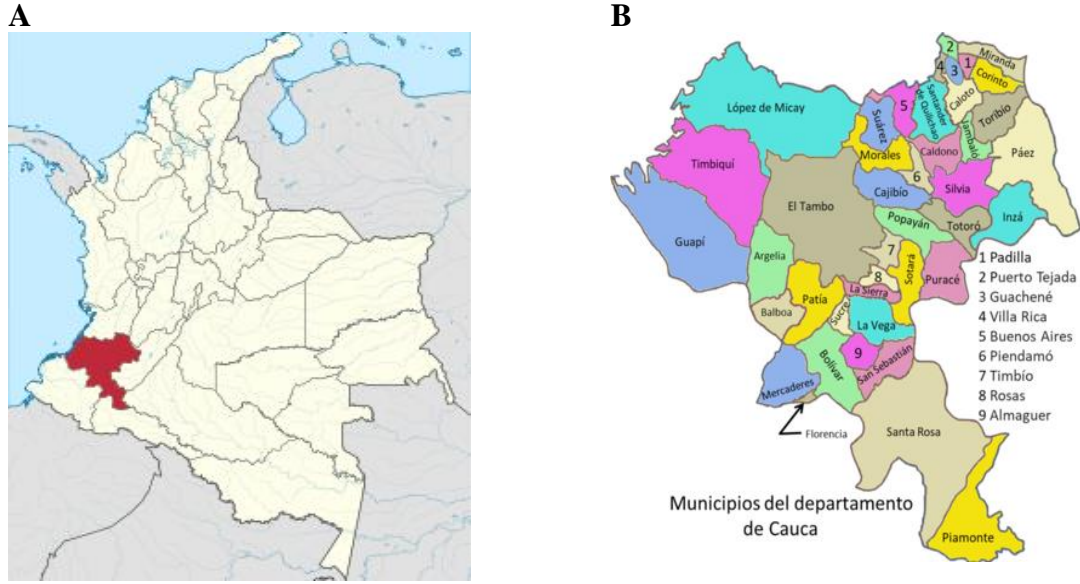
Su capital es la ciudad de Popayán (Figura 7B), la cual está dividida política y administrativamente en 42 municipios, se encuentra a una altitud de 1.738 msnm, con una temperatura media de 19°C, se localiza a los 2°27' norte y 76°37'18" de longitud oeste del meridiano de Greenwich. La población estimada es de 270.000 habitantes aproximadamente en su área urbana. Limita al oriente con los municipios de Totoró, Puracé y el departamento del Huila; al occidente con los municipios de El Tambo y Timbío; al norte con Cajibío y Totoró y al sur con los municipios de Sotaró y Puracé. La mayor extensión de su suelo corresponde a los pisos térmicos templados y fríos.

El Municipio de Cajibío (Figura 7B) posee una extensión de 747 km<sup>2</sup> y se encuentra localizado al noroccidente del departamento del Cauca a 29 km de la ciudad de Popayán, parte del territorio es montañoso y su relieve corresponde a las vertientes Oriental y Occidental de la cordillera central y Occidental presenta también extensas zonas planas que hacen parte de la meseta de Popayán. Limita por el Norte con los municipios de Morales y Piendamó, por el oriente con los municipios de Piendamó y Totoró, al sur con los municipios de Popayán y el Tambo y al Occidente con el municipio del Tambo. Sus principales actividades económicas son: la ganadería, la agricultura y la explotación forestal.

El municipio de Cajibío posee dos pisos térmicos, el 75% del área del municipio tiene una temperatura promedio entre 18 y 24°C clasificándose esta zona como clima medio, y el 25 % restante con temperatura promedio entre los 12 a 28°C considerada como clima frío. A

esto se agrega una geografía con predominio de altas montañas ofreciendo dificultades de acceso geográfico en la mayor parte de su territorio. Se encuentra a una altura de 1.765 msnm.

**Figura 7.** *Departamento del Cauca, Colombia.*



*Nota.* **A.** Adoptado de Cauca (Colombia), por Wikipedia, 2011. **B.** Municipios del departamento del Cauca, Adoptado de Cauca Colombia genealogía, por Familysearch, 2022.

## 5. Metodología

### 5.1. Muestreo

La toma de muestras se realizó durante los meses de Abril, Mayo y Junio en los municipios de Popayán y Cajibío, Cauca. Se tomó como base la metodología descrita por la OMSA (2022), en el Manual de las pruebas de diagnóstico y de las vacunas para los animales terrestres, la cual indica que para poder detectar una tasa de infestación del 1-2% se deben muestrear 50 abejas para la detección de *Acarapis woodi* y 60 abejas para la detección de *Nosema sp.* Fueron 11 apiarios en total, 5 apiarios de la ciudad de Popayán y 6 apiarios del municipio de Cajibío y de cada uno de ellos se tomó 2 muestras: colmena fuerte y colmena débil, como se muestra en la Tabla 3.

**Tabla 3.** Número de abejas muestreadas para cada agente patógeno en los municipios de Popayán y Cajibío, Cauca.

<i>Unidades apícolas ubicadas en Popayán, Cauca</i>				
	<i>Acarapis woodi</i>		<i>Nosema spp.</i>	
	<b>Colmena fuerte</b>	<b>Colmena débil</b>	<b>Colmena fuerte</b>	<b>Colmena débil</b>
Unidad 1	50	50	60	60
Unidad 2	50	50	60	60
Unidad 3	50	50	60	60
Unidad 4	50	50	60	60
Unidad 5	50	50	60	60
<i>Unidades ubicadas en apícolas en Cajibío, Cauca</i>				
Unidad 1	50	50	60	60
Unidad 2	50	50	60	60
Unidad 3	50	50	60	60
Unidad 4	50	50	60	60
Unidad 5	50	50	60	60
Unidad 6	50	50	60	60

### 5.2. Identificación de *Nosema spp* de muestras colectadas

El método elegido fue por microscopía: la muestra de las colmenas (60 abejas) se tomó de la entrada de la colmena fuerte y débil, sitio donde se localizan con frecuencia las

abejas enfermas. Las abejas fueron fijadas en alcohol etílico al 70%, una vez en laboratorio la solución fue reemplazada por Oudemans (ácido acético glacial (80 ml); glicerol (50 ml); etanol al 70% (870ml)) para poder conservar indefinidamente. Con cada una de las abejas se hace lo siguiente:

- Separar los abdómenes del resto del cuerpo.
- Se extrae con unas pinzas el par posterior de segmentos abdominales para poner al descubierto el ventrículo completo con los tubos de Malpighi, el intestino delgado y el recto (Figura 8A). Normalmente, el ventrículo es marrón (Figura 8B) pero después de una infección por *Nosema spp.* puede volverse blanco y muy frágil (OMSA, 2022).
- A continuación, se tritura el contenido abdominal obtenido en 5 ml de agua.
- Posterior a ello se añade agua hasta un total de 60 ml (1ml/abeja). Se instila una gota de la suspensión en un portaobjetos bajo un cubreobjetos y se examina a un aumento de 400x.

### **5.3. Identificación de *Acarapis woodi* de muestras colectadas**

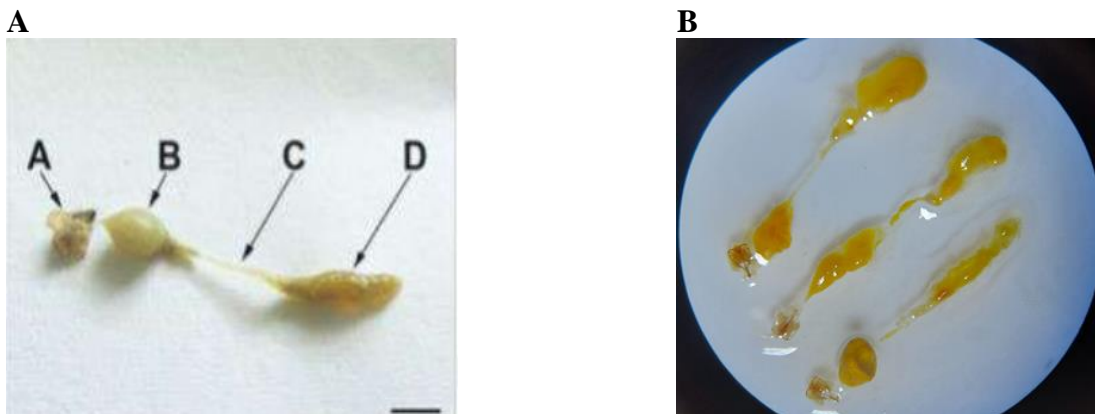
El método elegido fue el de disección: Preparación directa: Se tomó al azar una muestra de 50 individuos, principalmente de abejas que se arrastraban o eran incapaces de volar y que se encontraban dentro de un área de unos 3 metros delante de la colmena. Las abejas podrían estar vivas, moribundas o muertas. Las vivas se sacrificaron primero con alcohol etílico y luego se conservaron de modo indefinido en solución de Oudemans (ácido acético glacial (80 ml); glicerol (50 ml); etanol al 70% (870ml)).

En el laboratorio se procedió con el corte de los tórax de las abejas para exponer la tráquea, de la siguiente manera (Milne, 1948; Lorenzen y Gary, 1986):

- Se pusieron las abejas bajo el microscopio de disección sobre el dorso y se sujetaron con pinzas, luego se retiró la cabeza y el primer par de patas del tórax con una hoja de bisturí.

- Se retiró el esclerito protorácico (cuello) con unas pinzas.
- Se expusieron los dos troncos traqueales torácicos del mesotórax (Figura 9). El diagnóstico positivo consiste en la presencia de melanización de una o ambas tráqueas (Shimanuki y Knox, 2000) o, en caso de infestación leve, en la presencia de cuerpos ovalados translúcidos (huevos, etc.) fácilmente visibles dentro de las tráqueas.

**Figura 8.** Sección posterior del tubo digestivo y el aparato vulnerador de la abeja obrera



*Nota.* **A.** Sección posterior del tubo digestivo y el aparato vulnerador de la abeja obrera: **A:** aparato vulnerador; **B:** recto; **C:** intestino delgado; y **D:** ventrículo (intestino medio). Línea : 2 mm. Foto: Dade, 2009. Tomado de manual traducido y adaptado del capítulo “Métodos estándar para la investigación sobre Nosema” del manual de técnicas Beebook (Fries y col., 2013). **B.** Contenido abdominal sano con coloración normal sin alteración (imagen tomada durante el muestreo).



**Figura 9.** Vista de un corte de tórax de una abeja sana



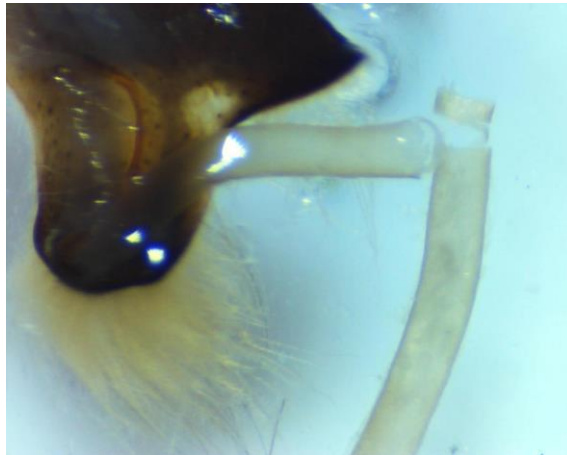
*Nota.* Primer par torácico de tráqueas expuesto en el mesotórax de una abeja (en esta muestra no hay *Acarapis woodi*). Adoptado de Manual de las Pruebas de Diagnóstico y de las Vacunas para los Animales Terrestres, por OMSA, 2022.

## 6. Resultados y Discusión

### 6.1. Acarapiosis

Todos los apiarios de la ciudad de Popayán (5), estaban sanos, las abejas tenían sus tráqueas translúcidas, de un color uniforme, sin melanización como se ve en la Figura 10, de forma similar a como se observa en el Manual de las Pruebas de Diagnóstico y de las Vacunas para los Animales Terrestres (OMSA, 2022). De los (6) apiarios del municipio de Cajibío, en uno se encontraron 4 abejas de las 50 estudiadas (8% de porcentaje de infestación) con melanización (Figura 11) en las tráqueas, en una se logró visualizar un ácaro con el microscopio de disección como se muestra en la Figura 12.

**Figura 10.** *Tráquea de las abejas, sanas, sin signos de melanización.*



*Nota.* Imagen tomada durante el muestreo, se observa la tráquea de un color uniforme, translúcido

**Figura 11.** *Melanización de la tráquea de una de las abejas muestreadas*



*Nota.* Imagen tomada durante el muestreo, se observan las manchas oscuras en la tráquea, vista a través del microscopio a un aumento de 40X (Sin tinción), en este fragmento se logra visualizar 3 ácaros, nótese que en el inferior se alcanzan a distinguir el 1er y 2do par de patas del ácaro.

**Figura 12.** *Ácaro extraído de la tráquea con melanización, visto en el estereoscopio.*



*Nota.* Se observa la tráquea y a su lado el ácaro, nótese que se alcanza a observar su gnatosoma y sus dos pares de patas delanteras.

## 6.2. Nosemosis

De la totalidad de apiarios muestreados ninguno salió positivo para *Nosema spp.*, al examen macroscópico de los intestinos se observa coloración normal (marrón) como se ve en la Figura 13.

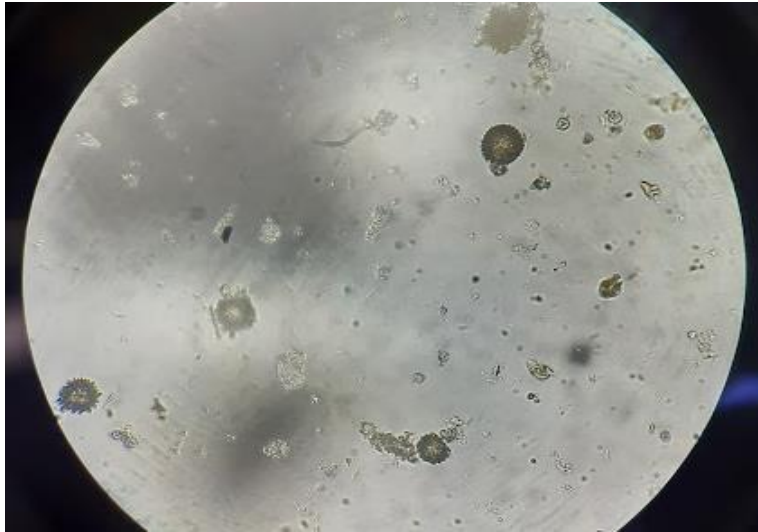
Al momento de observar el producto de la maceración en el microscopio Figura 14 y 15 no se evidencian esporas en las placas de las muestras, por lo que se determina el resultado como negativo para *Nosema spp.*

**Figura 13.** Vista macroscópica de intestinos sanos en abejas.



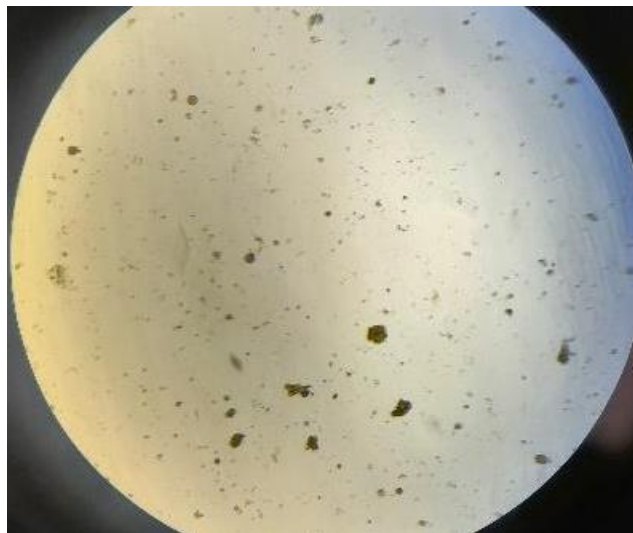
*Nota.* Se observan órgano vulnerador, recto, intestino delgado y ventrículo con coloración normal (Imagen tomada durante el muestreo).

**Figura 14.** *Muestra de contenido abdominal macerado observada en microscopio*



*Nota.* Imagen tomada durante el muestreo, contenido abdominal macerado visto en aumento 40x no se observan esporas Los resultados se resumen en la Tabla 4 y 5.

**Figura 15.** *Muestra de contenido abdominal macerado observada en microscopio*



*Nota.* Vista en microscopio de contenido abdominal, imagen tomada durante el muestreo

**Tabla 4.** Resultados para Nosemosis y Acarapisosis en 6 unidades apícolas del municipio de Cajibío - Cauca.

	<b>Acarapisosis</b>		<b>Nosemosis</b>	
	Colmena fuerte	Colmena débil	Colmena fuerte	Colmena débil
<b>Unidad 1</b>	Positivo	Negativo	Negativo	Negativo
<b>Unidad 2</b>	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo
<b>Unidad 3</b>	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo
<b>Unidad 4</b>	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo
<b>Unidad 5</b>	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo
<b>Unidad 6</b>	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo

*Nota.* Resultados obtenidos durante el muestreo en 6 unidades apícolas del Municipio de Cajibío-Cauca, una de ellas fue positiva para *Acarapis woodi*.

**Tabla 5.** Resultados para Nosemosis y Acarapiosis en 5 unidades apícolas del municipio de Popayán - Cauca.

	Acarapiosis		Nosemosis	
	Colmena fuerte	Colmena débil	Colmena fuerte	Colmena débil
<b>Unidad 1</b>	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo
<b>Unidad 2</b>	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo
<b>Unidad 3</b>	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo
<b>Unidad 4</b>	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo
<b>Unidad 5</b>	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo

*Nota.* Resultados obtenidos durante el muestreo en 5 unidades apícolas de la ciudad de Popayán - Cauca. Todas resultaron negativas a ambos agentes.

En este estudio se reporta la presencia de *Acarapis woodi* sólo en una muestra: en la colmena fuerte de una unidad apícola del municipio de Cajibío, con un porcentaje de infestación del 8%, similar a lo reportado en una investigación realizada en los departamentos de Boyacá, Magdalena y Sucre, donde se halló el ácaro solo en el departamento de Boyacá (Municipio de Rondon y Viracacha) con una prevalencia menor al 4% y un nivel de infestación del 3% para la mayoría de las muestras (Calle y Portes, 2015). También fue detectado incidentalmente en un caso de mortalidad por plaguicidas en un apiario del departamento de Cundinamarca donde salieron positivas 3 de 10 muestras (Tibata, 2016). Por otro lado, en el municipio de Marsella, Risaralda, donde se muestrearon 85 colmenas no fue reportado (Velasquez y Vargas, 2016). Algunos autores creen las abejas han desarrollado

resistencia a este parásito debido a que hoy en día es muy raro de encontrar colonias con un nivel de infestación mayor al 5% en la mayoría de países (Guzman y Benitez, 2012; Otero, Hernandez, Utrera y Castillo, 2023). En este sentido, es el primer estudio y reporte realizado de este agente patógeno para el departamento del Cauca. Si comparamos con otros países, en un estudio realizado en el estado de Morelos, México, para el 2018, se reportó una prevalencia del 0.02%, en Argentina se reporta una prevalencia similar del 0% para el 2017, cabe destacar que el método de diagnóstico para este estudio fue a través de PCR el cual es un método más sensible (Szawarski et al., 2017). Hoy en día se cree que las abejas melíferas han desarrollado resistencia a este agente porque es muy raro encontrar tasas de infestación superiores al 5% en la mayoría de los países latinoamericanos, esto gracias a la introducción de las abejas africanizadas (García y Arrechavaleta, 2018).

Algunos países presentan diferencias significativas en los porcentajes de prevalencia de *Acarapis woodi* bajo diferentes temporadas climáticas como en el caso de España con una prevalencia promedio en el país del 13%, se encuentra que durante el otoño la prevalencia es mayor que durante la primavera (Garrido et al, 2012). Y en Chile, cuya prevalencia promedio del país es del 10%, durante la temporada productiva presenta una prevalencia mayor (12.2%) que en invierno (temporada no productiva 5.3%) contrario a lo que se esperaría, esto debido a que los apicultores chilenos a modo preventivo cuando va a iniciar el invierno aplican tratamientos químicos contra *Varroa destructor* lo que podrían afectar a su vez la población de *Acarapis woodi* (Durán et al., 2019). Se dice que para que haya un compromiso de la colmena la tasa de infestación debe ser superior al 30% que no es nuestro caso (Guzmán y Benítez, 2012).

La Acarapiosis es una enfermedad que se contagia por contacto directo, la forma más frecuente por la que llega la enfermedad a una zona libre es a través de la migración de enjambres o por la compra de abejas reinas enfermas (Guzmán y Benítez, 2012). Los niveles

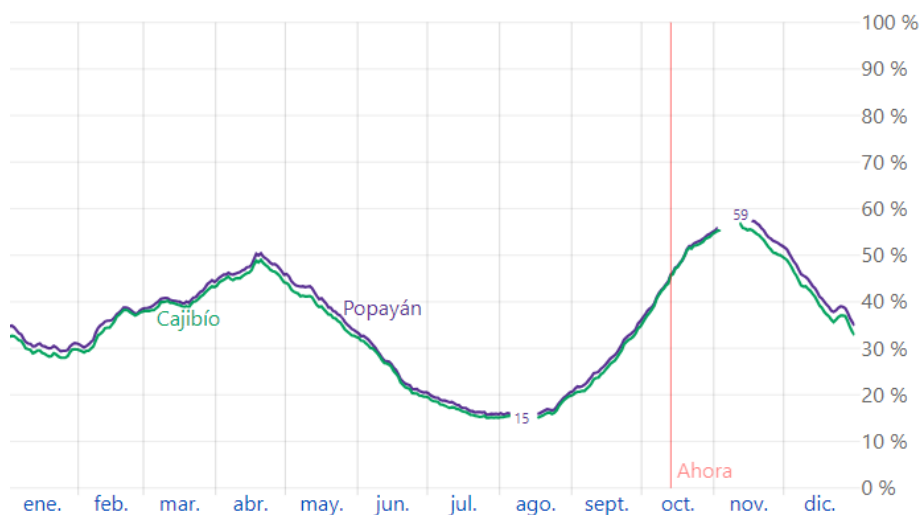


de infestación se aumentan después de largos periodos de confinamiento, lo cual ocurre luego de épocas de lluvia, vientos fuertes, frío excesivo, pobre floración, baja luminosidad, debido a que el contacto entre abejas es más estrecho (Guzmán y Benítez, 2012) y también porque estos factores disminuyen la capacidad de vuelo de las abejas (Martínez, Ortega, Maldonado y Vásquez, 2012), y en consecuencia de alimentarse bien. Las recolecciones de muestras en este caso, se realizaron entre los meses de Abril y Junio del 2023, justo después de uno de los picos de mayor precipitación en el municipio de Cajibío y de Popayán el cual, presentó sus valores más altos entre los meses de Marzo y Mayo (Weather Spark, s.f.) como se muestra en la Figura 16. Este factor puede estar relacionado con la presentación de Acarapiosis, además porque aumenta la humedad de la zona, situación que favorece la presentación de hongos comprometiendo el estado sanitario de las colmenas (Guzmán y Benítez, 2012). Al contrario, en un estudio de prevalencia realizado en el estado de Morelos, México, se muestrearon 1198 colonias de abejas, en apiarios bajo diferentes condiciones climáticas (clima cálido subhúmedo, clima semicálido y clima templado subhúmedo) se encontró que la presencia de colonias positivas a la enfermedad en los apiarios se distribuyó de forma homogénea entre los tres tipos de climas, por lo que no existe efecto del clima sobre la presencia de colonias positivas a la acarapiosis (García y Arrechavaleta, 2018).

Es de notar que las características climáticas asociadas a los factores predisponentes para la acarapiosis en ambos municipios describen un comportamiento muy similar durante el tiempo del muestreo y a lo largo del año como se muestra en la Tabla 6, por ejemplo, la temperatura mínima - máxima promedio fue de 14-25 °C en ambos municipios (Weather Spark, s.f.). Por esta razón, no se puede atribuir que la presencia de *Acarapis woodi* en el municipio de Cajibío y no en Popayán, dependa de diferencias entre el clima de uno u otro municipio.

Para el agente *Nosema spp* en nuestro trabajo no fue reportado. Al contrario, en el mismo estudio realizado por Calle y Portes (2015), para los departamentos de Sucre y Boyacá la prevalencia del agente fue del 7% y para Magdalena del 3%. En Marsella, Risaralda se evaluó la presencia de este agente en 18 apiarios del municipio en el cual el 6% de las muestras fue positivo (Velásquez y Vargas, 2016). La prevalencia de estos muestreos en Colombia es baja, comparada con la de otros países latinoamericanos; por ejemplo, en Chile, en un estudio realizado en 2004 por Hinojosa y González, en la región del secano, se determinó una prevalencia de hasta del 78%; y en la región de Biobío, del 18% para *N. apis* y del 5% para *N. ceranae* (Rodríguez et al., 2014). En México se determinó una prevalencia del 74% en colmenas manejadas y del 53% en colmenas silvestres (Martínez, Medina y Catzín 2011).

**Figura 16.** Probabilidad de diaria de precipitación en los municipios de Popayán y Cajibío.



**Tabla 6.** Comparación de características climáticas asociadas a factores predisponentes de enfermedad en la ciudad de Popayán y el municipio de Cajibío.

	<b>Popayán</b>	<b>Cajibío</b>
<b>Temperatura</b> (min prom-max prom)	15°C-24°C	14°C-23°C
<b>Humedad</b>	3-7%	3-6%
<b>Probabilidad de precipitación</b>	34-50%	32-49%
<b>Velocidad promedio del viento</b>	4,9-6,3 km/h	4,9-5,8 km/h

*Nota.* Las características climáticas para ambos territorios son muy similares.

Datos tomados de Weather Spark, s.f.

### **Conclusiones**

Se realiza con este trabajo el primer reporte de *Acarapis woodi* en el departamento del Cauca, en el municipio de Cajibío, el cual presento una muestra positiva de las 12 muestras colectadas, con un porcentaje de infestación del 8%, no se encontró *Nosema spp.* Para ninguno de los municipios muestreados

El tiempo durante la toma de las muestras de esta investigación fue predominantemente lluvioso, por lo que se puede atribuir la humedad como uno de los factores predisponentes para la presencia de *Acarapis woodi.*, junto con la presencia de *Varroa destructor*, acaro que estuvo presente en todas las muestras tomadas y coincidentalmente en un porcentaje mayor para la muestra positiva a *Acarapis woodi.*

Las diferencias de las características climáticas entre los municipios de Popayán y

Cajibío Cauca son mínimas, por lo cual no explicaría que fuera por esta razón que se encontrara *Acarapis woodi* en Cajibío y no en Popayán.

### Referencias

- Acosta Leal, D. A., González Martínez, C. J. y Vargas Bautista, G. A. (2017). *Abejas al servicio del caficultor: una herramienta agroecológica*. Corporación Universitaria Minuto de Dios. <https://hdl.handle.net/10656/7785>
- Badilla, F. y Ramirez, B. (1991). Polinización de café por *Apis mellifera* y otros insectos en Costa Rica. *Turrialba (Costa Rica)* 41(3): 285 – 288.
- Bailey, L. (1955). The epidemiology and control of Nosema disease of the honeybee. *Annals of Applied Biology*, 43(3): 379 - 389.
- Bradbear, N. (2005). *La apicultura y los medios de vida sostenibles*. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación FAO.

- Bravo, J., Carbonella, V., Valdebenito, J., Figueroa, C., Valdovinos, C., Hernández, R. y Delporte, C. (2014). Identification of *Nosema ceranae* in the Valparaíso District, Chile. *Arch Med Vet*, 46, 487-491.
- Calle Ayala, S. R. y Portes Guerrero, J. C. (2015). *Establecimiento de la base genética para el desarrollo de programas de mejoramiento en Apis mellifera de tres departamentos de Colombia, a partir de la identificación de parentales con características sanitarias superiores*. [Tesis para optar al título de Zootecnista]. Universidad de Cundinamarca, Fusagasuga. <http://hdl.handle.net/20.500.12558/1233>
- Castro, P. N., Cambarieri, M., Abate, S. D., Britos, P. V., y Vivas, H. L. (2016). Identificación automática de nosemosis en imágenes microscópicas. *VIII Congreso Argentino de AgroInformática*.
- Cordero Del Campillo, M., Rojo-Vázquez, F., Martínez, A., Sanchez, C., Hernández, S., Navarrete, J., Díez, P., Quiroz, H. y Carvalho, M. (1999). *Parasitología Veterinaria* (p.968) Mc Graw Hill- Interamericana.
- Durán, N., Henríquez-Piskulich, P., & Aldea, P. (2019). Prevalencia del ácaro de las tráqueas *Acarapis woodi* (Rennie) en Chile. *Ciencia e investigación agraria*, 46(3), 295-301.
- Fenoy, S., Rueda, C., Higes, M., Martín-Hernandez, R. y del Aguila, C. (2009). High-level resistance of *Nosema ceranae*, a parasite of the honeybee, to temperature and desiccation. *Appl Environ Microbiol*, 75: 6886–6889.
- Fries, I., FENG F., DA SILVA A., SLEMENDA S.B. & PIENIAZEK N.J. (1996). *Nosema ceranae* n.sp. (Microspora, Nosematidae), morphological and molecular characterization of a Microsporidian parasite of the Asian honey bee *Apis cerana* (Hymenoptera, Apidae). *Eur. J. Protistol.*, 32, 356–365.

- Fries, I., Martín, R., Meana, A., García-Palencia, P. y Higes, M. (2006) Natural infections of *Nosema ceranae* in European honey bees. *Journal of Apicultural Research*, 45:4, 230-233. DOI: 10.1080/00218839.2006.11101355
- Fries, I. (2010). *Nosema ceranae* in European honeybees (*Apis mellifera*). *Journal of invertebrate Pathology*, 103: S73-S79
- García, C. y Arrechavaleta, M. E. (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).
- Garrido-Bailón, E., Botias, C., Hernandez, R., Martín-Salvador, A., Meana, A., & Higes, M. (2012). Prevalencia de los principales agentes patógenos de *Apis mellifera iberiensis* en la cabaña apícola española.
- Genersh, E. (2010). Honey bee pathology: Current threats to honey bees and beekeeping. *Applied microbiology and biotechnology*, (87)1: 87-97. 10.1007/s00253-010-2573-8
- Guzmán Novoa, E., y Correa Benítez, A. (2012). *Patología, diagnóstico y control de las principales enfermedades y plagas de las abejas melíferas*. México: Editorial Yire.
- Instituto Colombiano Agropecuario [ICA]. (2022). *Guía sanitaria para el manejo, preservación, protección y conservación de la apicultura*.
- Instituto Nacional Agropecuario [INTA]. (s.f.). Nosemosis una enfermedad de las abejas adultas. [https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta\\_nosemosis\\_chb\\_260620.pdf](https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta_nosemosis_chb_260620.pdf)
- Iraola, V. (1998). Introducción a los ácaros (I): descripción general y principales grupos. *Boletín de la SEA*, 23: 13-19.
- Jaramillo, A. (2012). *Efecto de las abejas silvestres en la polinización del café (Coffea Arabica: Rubiaceae) en tres sistemas de producción en el departamento de Antioquia*. [Tesis para optar al título de Magister en entomología.] Universidad Nacional sede Medellín.

- Klee, J., Besana, A. M., Genersch, E., Gisder, S., Nanetti, A., Tam, D.Q., Chinh, T. X., Puerta, F., Ruz, J. M., Kryger, P., Message, D., Hatjina, F., Korpela, S., Fries, I., Paxton, R. J. (2007). Widespread dispersal of the microsporidian *Nosema ceranae*, an emergent pathogen of the western honey bee, *Apis mellifera*. *J. Invertebr. Pathol.*, 96, 1–10
- Larsson, R. (1986). Ultrastructure, function, and classification of Microsporidia. *Progr. Protistol*, 1, 325–390.
- Llorente, J. (s.f.). Anatomía interna de las abejas. Fundación amigos de las abejas.  
<https://abejas.org/anatomia-interna-de-las-abejas/>
- Lorenzen, K. y Gary, N. E. (1986). Modified dissection technique for diagnosis of tracheal mites (Acari: Tarsonemidae) in honey bees (Hymenoptera: Apidae). *J. Econ. Entomol.*, 79, 1401–1403.
- Manrique, A. J. (2006). Las abejas dentro de la agricultura sostenible. Programa de Producción Animal. Área de Agronomía. Universidad Rómulo Gallegos.
- Martinez Anzola, T. (2006). *Diagnóstico de la actividad apícola y de la crianza de abejas en Colombia*. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural.  
[https://drive.google.com/file/d/1Vj44EhsOAfky6tUc85\\_vljdyw2LAOVy/view](https://drive.google.com/file/d/1Vj44EhsOAfky6tUc85_vljdyw2LAOVy/view)
- Martinez, F. y Cobo, A. (1988). *Apuntes de apicultura*, Dirección general de investigación y extensión agrarias centro de información y documentación agraria, Sevilla.  
<https://www.juntadeandalucia.es/export/drupaljda/1337170092Apicultura.pdf>
- Martínez Puc, J. F., Medina Medina, L. A., y Catzín Ventura, G. A. (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.

- Martínez Sarmiento, R. A., Ortega Flórez, N. C., Maldonado Quintero, W. D. y Vásquez Romero, R. E. (2012). *Manual técnico de apicultura : abeja (Apis mellifera)*. Agrosavia. <https://doi.org/10.21930/agrosavia.manual.2012.1>
- Martínez-Cesáreo, M., Rosas-Córdoba, J., Prieto-Merlos, D., Carmona-Gasca, A., Peña-Parra, B., y Ávila-Ramos, F. (2016). Presencia de Varroa destructor, Nosema apis y Acarapis woodi en abejas (Apis mellifera) de la región oriente del Estado de México. *Abanico veterinario*, 6(2), 30–38. <https://doi.org/10.21929/abavet2016.62.3>
- Martínez-Puc, J. F., Medina-Medina, L. A., Leal-Hernández, M., y Merlo-Maydana, F. E. (2015). Frecuencia de Varroa destructor, Nosema spp y Acarapis woodi en colonias comerciales de abejas (Apis mellifera) en Yucatán, México. *Journal of the Selva Andina Animal Science*, 2(1), 2–12. <https://doi.org/10.36610/j.jsaas.2015.020100002>
- Mendez, L.,(2015). Determinación de la prevalencia y georreferenciación de Varroosis y Nosemosis en Colmenares de Apis mellifera en tres provincias del Ecuador en el año 2015. [Trabajo de grado/Universidad central de Ecuador). <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/11621/1/T-UCE-0014-035-2016.pdf>
- Milne, P. S. (1948). Acarine disease of bees. *J. UK Ministry Agriculture Fisheries*, 54, 473–477.
- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural [MADR]. (2021). Cadena de las Abejas y la Apicultura. *Bullets Apicultura*. <https://sioc.minagricultura.gov.co/Apicola/Documentos/2021-03-31%20Cifras%20Sectoriales.pdf>
- Numa, S., Gomez, Y., Cepeda, M. y Santos, M. (2022). Guía para la toma de muestras y la identificación de plagas y enfermedades en abejas *Apis mellifera*: identificación y toma de muestras en apiarios. <http://hdl.handle.net/20.500.12324/37052>.



- Orantes Bermejo, F., González Mejías, A. y García Fernández, P. (1997). Acariosis intratraqueal. Incidencia actual en apiarios del Sur de España. *Vida Apícola*, 81: 30-35.
- Organización Mundial de Sanidad Animal [OMSA]. (2022). *Manual de las pruebas de diagnóstico y de las vacunas para los Animales Terrestres*. Vol (1).
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO]. (2004) Conservation and management of pollinators for sustainable agriculture - the international response. In: Freitas BM, Pereira JOP (eds.) Solitary bees: conservation, rearing and management for pollination. *Imprensa Universitária*. p. 19- 2.
- Otero, G., Hernández, E., Utrera, F., y Castillo, F. (2023). *Acarapis woodi* (Rennie), endoparásito de las abejas, de ser calificado como plaga del siglo a un caso olvidado en México. *Agro Productividad*. <https://doi.org/10.32854/agrop.v16i7.2506>
- Pacini, A., Arredondo, D., Garrido, M., & Porrini, M. (s/f). Métodos estándar para la investigación sobre Nosema. Solatina.org. <https://solatina.org/wp-content/uploads/2022/04/Metodos-estandar-para-la-investigacion-sobre-Nosema-.pdf>
- Planeación calle, O.A. (s/f). PERFIL DEPARTAMENTO DEL CAUCA. Gov.co. recuperado de <https://www.cauca.gov.co/Dependencias/OficinaAsesoradePlaneacion/InformacioneIndicadores/Perfil%20Departamento%20del%20Cauca.pdf>
- Plischuk, S., Martín-Hernández, R., Prieto, L., Lucía, M., Botías, C., Meana, A., y Higes, M. (2009). South American native bumblebees (Hymenoptera: Apidae) infected by *Nosema ceranae* (Microsporidia), an emerging pathogen of honeybees (*Apis mellifera*). *Environmental Microbiology Reports*, 1(2), 131-135. }
- Puentes Puentes, A. Y. y Saavedra Buitrago, L. M. (2018). Abeja: conservación e importancia ecológica. *Educación y ciencia*, 21.

- Rodríguez, M., Vargas, M., Antúnez, K., Gerding, M., Ovidio Castro, F., y Zapata, N. (2014). Prevalence and phylogenetic analysis of honey bee viruses in the Biobío Region of Chile and their association with other honey bee pathogens. *Chilean journal of agricultural research*, 74(2), 170-177.
- Rodríguez, G., (2012). *Implementación, mejoramiento y desarrollo en la producción y comercialización de miel de abeja en la parroquia de puéllaro, provincia de Pichincha*. [tesis/ universidad central del ecuador].  
<http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/1557/1/T-UCE-0003-254.pdf>
- Sánchez, O. A., Castañeda, P. C., Muños, G., & Tellez, G. (2013). Aportes para el análisis del sector apícola colombiano. *JOURNAL de CIENCIA y TECNOLOGÍA AGRARIA*, 2, 469.
- Szawarski, N., Quintana, S., Levy, E., Lucía, M., Abrahamovich, A., Porrini, M., Brasesco, C., Negri, Sarlo, Eguaras & Maggi (2017) Is *Acarapis woodi* mite currently infesting *Apis mellifera* colonies in Argentina?, *Journal of Apicultural Research*, 56:4, 387-393, DOI: 10.1080/00218839.2017.1339519
- Shimanuki, H Knox D, A. (2000). *Diagnosis of honey bee diseases*. Agriculture Handbook. USA: U.S. Department of Agriculture.
- Silva, D., Arcos, D. y Gómez, J.(2006). *Guía ambiental apícola*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- Tibatá Rodríguez, V. (2016). *Detección de patógenos causantes de enfermedades de impacto en apicultura y determinación de los mitotipos de africanización en tres regiones de Colombia*. [Tesis de grado para optar al título de PhD Ciencias Veterinarias – Salud y Producción Animal]. Universidad Nacional de Colombia.  
<https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/60803>

- Velásquez, B. D., y Vargas, 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>
- Vásquez, R., Ortega, F, Martinez, S., y Maldonado, Q. (2021). *Conceptos fundamentales de producción apícola*. 2da ed.
- Villalba-Suarez, V. (2011). *Situación de la Acarapiosis (Acarapis woodi R.) en apiarios de zonas con antecedentes de la enfermedad* [Tesis de grado, Universidad de la República (Uruguay)]. <https://hdl.handle.net/20.500.12008/19817>
- Weather Spark.(s.f). *Compare el clima y el tiempo en Popayán y Cajibío*. Recuperado el 12 de OCT de 20213.  
<https://es.weatherspark.com/compare/y/21480~21471/Comparaci%C3%B3n-del-tiempo-promedio-en-Popay%C3%A1n-y-Cajib%C3%ADo>
- Webster, T. C. (1993). Nosema apis spore transmission among honey bees. *Am. Bee J*, 133, 869–870.
- Winkler, J. (2013). Identificación de especies de Nosema spp. en colonias de Apis melífera en cuatro zonas geográficas de Chile, mediante técnica de reacción en cadena de la Polimerasa (PCR).
- Yadav, S. y Kaushik, H. D. (2017). Diseases and Enemies of Honeybees. En Omkar (ed), *Industrial Entomology*, (pp. 76-77). Springer.