

**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**

**SARA ROCIO CALLE AYALA**

**JESSICA CAROLINA PORTES GUERRERO**

**Trabajo de grado presentado como requisito para optar el título de**

**ZOOTECNISTA**

**UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA  
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS  
PROGRAMA DE ZOOTECNIA  
FUSAGASUGA  
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**

**SARA ROCIO CALLE AYALA**

**JESSICA CAROLINA PORTES GUERRERO**

-----  
**DIRECTOR**

**OSWALDO ANDRES SANCHEZ ALARCON.**

**ZOOTECNISTA**

**MAGISTER CIENCIAS AGRARIAS – DESARROLLO EMPRESARIAL  
AGROPECUARIO.**

**UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA  
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS  
PROGRAMA DE ZOOTECNIA  
FUSAGASUGA  
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**

**SARA ROCIO CALLE AYALA**

**JESSICA CAROLINA PORTES GUERRERO**

---

**JURADO  
CESAR AUGUSTO TALERO  
ZOOTECNISTA M. Sc.  
UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA**

---

**JURADO  
VICTOR MANUEL SOLARTE CABRERA  
BIOLOGO M. Sc.  
UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA**

**UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA  
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS  
PROGRAMA DE ZOOTECNIA  
FUSAGASUGA**

**Nota de aceptación:**

---

---

---

---

---

---

---

---

**Firma del presidente del jurado**

---

**Firma del jurado**

---

**Firma del jurado**

## DEDICATORIA

Mi tesis la dedico con todo mi amor y cariño a ti Dios por permitirme llegar hasta este punto y haberme dado salud para lograr mis objetivos. Con mucho cariño principalmente a mis padres que me dieron la vida y han estado conmigo en todo momento a mi Mamita Amparo Ayala por su infinito amor, comprensión, amistad y sabios consejos, a mi padre Carlos Calle por su cariño y por toda la ayuda brindada durante mi proceso de formación, a mi abuelo Julio Cesar y mi hermano José Manuel por sus consejos, apoyo y amor incondicional.

Finalmente a mis compañeros y amigos presentes y pasados, quienes sin esperar nada a cambio compartieron sus conocimientos, alegrías y tristezas y especialmente a ti Manuel por tu apoyo incondicional, cariño y comprensión durante el tiempo que hemos compartido y el desarrollo de este trabajo.

Sara Rocio Calle Ayala

Dedico este trabajo a Dios que me ha dado la vida y la fortaleza para terminar este proyecto a toda mi familia que me acompañaron y me brindaron todo amor y apoyo en este largo camino para llegar a ser quien soy y siempre me han dado la mano cuando más la he necesitado, dedicación especial a mi padre Fredy Portes Martínez a mi madre Osbelia Guerrero Hernández y a mi tía Luz Dary Portes Martínez que me enseñaron valores y a cumplir con mis responsabilidades.

Finalmente a mis compañeros y amigos que estuvieron siempre a mi lado y me ayudaron durante el transcurso de esta etapa.

Jessica Carolina Portes Guerrero

## **AGRADECIMIENTOS**

Los autores expresan sus agradecimientos a todas las personas que participaron en el desarrollo de la tesis:

A nuestro director Oswaldo Andrés Sánchez Alarcón por su apoyo incondicional, dedicación, orientación, amistad y guía en el desarrollo del trabajo de investigación.

Al Grupo de Ciencia y Tecnología Apícola (AYNI) de la Universidad Nacional de Colombia por permitirnos ser parte del proyecto de investigación, por su ayuda incondicional y por todo lo aprendido durante el tiempo que estuvimos realizando este trabajo.

A los Apicultores que nos permitieron entrar en sus producciones y tomar las muestras para desarrollar el trabajo de investigación.

A Carlos Andrés Báez, Edgar Arias y Juan Camilo Gutiérrez por el apoyo otorgado en la colecta de muestras y por su buena energía durante el desarrollo del trabajo.

A la Universidad de Cundinamarca por la oportunidad de culminar esta etapa de formación académica y profesional.

A el Departamento Administrativo de Ciencia Tecnología e Innovación COLCIENCIAS por la financiación del estudio.

Y a todas aquellas personas que nos colaboraron y apoyaron con sus aportes y experiencias.

A todos infinitas gracias...

## TABLA DE CONTENIDO

	pág.
RESUMEN.....	xii
ABSTRACT.....	xiii
INTRODUCCION.....	1
1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	3
2 JUSTIFICACION.....	5
3 OBJETIVOS.....	6
3.1 Objetivos generales.....	6
3.2 Objetivos específicos.....	6
4 REVISION DE LITERATURA.....	7
4.1 La abeja Apis Mellifera.....	7
4.2 La abeja Africanizada.....	8
4.3 La Apicultura en Colombia.....	8
4.4 Parásitos de las abejas.....	10
4.5 Acarapis woodi.....	10
4.5.1 Descripción de <i>Acarapis woodi</i> .....	10
4.5.2 Antecedentes de <i>Acarapis woodi</i> .....	10
4.5.3 Clasificación taxonómica de <i>Acarapis woodi</i> .....	11
4.5.4 Ciclo de vida de <i>Acarapis woodi</i> .....	11
4.5.5 Sintomatología.....	14
4.5.6 Diagnostico de la enfermedad.....	15

4.5.7 Medidas de control y prevención.....	15
4.5.8 Importancia económica.....	16
4.6 Nosemosis.....	16
4.6.1 Descripción de la nosemosis.....	16
4.6.2 Clasificación taxonómica de <i>Nosema sp.</i> .....	17
4.6.3 Antecedentes.....	20
4.6.4 Sintomatología.....	21
4.6.5 Daños provocados.....	22
4.6.6 Diagnostico de la enfermedad.....	23
4.6.7 Métodos de control.....	24
4.7 Varroosis.....	25
4.7.1 Antecedentes de la Varroosis.....	25
4.7.2 Descripción de la Varroosis.....	26
4.7.3 Clasificación Taxonómica de <i>Varroa destructor</i> .....	27
4.7.4 Agente causal.....	27
4.7.5 Morfología del acaro.....	27
4.7.5.1 Morfología de la hembra.....	28
4.7.5.2 Morfología del macho.....	28
4.7.6 Reproducción.....	29
4.7.7 Ciclo de vida de la <i>Varroa destructor</i> .....	29
4.7.8 Signos.....	32
4.7.9 Daños provocados.....	32
4.7.10 Mecanismo de defensa de la abeja contra la Varroa.....	33
4.7.11 Diagnostico de la enfermedad.....	34

4.7.12 Métodos de control.....	35
5. MATERIALES Y METODOS.....	36
5.1 Población y tamaño de la muestra.....	36
5.1.1 Localización del área del estudio.....	38
5.1.2 Recolección de muestras.....	39
5.2 Valoración de parásitos.....	40
5.2.1 <i>Varroa destructor</i> .....	40
5.2.2 <i>Acarapis woodi</i> .....	41
5.2.3 <i>Nosema spp</i> .....	41
5.3 Selección de parentales con características sanitarias superiores.....	42
6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	42
6.1 Resultados .....	42
6.2 <i>Nosema spp</i> .....	44
6.3 <i>Acarapis woodi</i> ... ..	47
6.4 <i>Varroa destructor</i> .....	48
6.5 Selección de parentales con características sanitarias superiores.....	52
7. DISCUSION.....	56
8. CONCLUSIONES.....	59
9. BIBLIOGRAFIA.....	60

## LISTA DE TABLAS

	pág.
<b>Tabla 1.</b> Determinación para el conteo de esporas de <i>Nosema sp.</i> .....	24
<b>Tabla 2.</b> Numero colmenas reportadas en las asociaciones involucrados en el estudio.....	36
<b>Tabla 3.</b> Determinación del número de colmenas mínimo necesario para detectar una enfermedad en cada.....	38
<b>Tabla 4.</b> Resumen del total de las muestras colectadas de cada uno de los municipios de los Departamentos seleccionados para el estudio.....	43
<b>Tabla 5</b> Promedio de esporas de las 28 muestras positivas de <i>Nosema spp</i> en los tres departamentos valorados.....	46
<b>Tabla 6.</b> Niveles de infestación del acaro <i>Varroa destructor</i> en los departamentos de Boyacá, Sucre y Magdalena.....	50
<b>Tabla 7.</b> Clasificación de los niveles de infestación del acaro <i>Varroa destructor</i> y los resultados obtenidos en los departamentos de Boyacá, Magdalena y Sucre.....	51
<b>Tabla 8.</b> Distribución de las colmenas potenciales para selección y mejoramiento genético, por municipios.....	55

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Ciclo biológico del acaro de las tráqueas <i>Acarapis woodi</i> .....	13
<b>Figura 2.</b> Ciclo de vida de <i>Nosema sp</i> .....	18
<b>Figura 3.</b> Ciclo biológico de <i>Nosema sp</i> .....	19
<b>Figura 4.</b> Identificación Macho y Hembra del Acaro <i>Varroa destructor</i> .....	29
<b>Figura 5.</b> Proceso de entrada en la celda de <i>Varroa destructor</i> hembra fundadora.....	31
<b>Figura 6.</b> Ciclo de vida de <i>Varroa destructor</i> .....	31
<b>Figura 7.</b> Localización de las áreas de estudio.....	38
<b>Figura 8.</b> Toma de muestras en campo.....	39
<b>Figura 9.</b> Proceso para la identificación del acaro <i>Varroa destructor</i> .....	40
<b>Figura 10. A</b> Análisis de las muestras en el laboratorio, <b>B</b> Disección de abeja para diagnóstico de <i>Acarapis woodi</i> , <b>C</b> Exposición de tráquea de la abeja en microscopio con la presencia del acaro <i>Acarapis woodi</i> en Colombia.....	41
<b>Figura 11.</b> Proceso para el diagnostico del microsporidio <i>Nosema spp</i> .....	42
<b>Figura 12.</b> Presencia del Microsporidio <i>Nosema spp</i> , en las dos imágenes se observa la espora la cual está señalada por las flechas.....	44
<b>Figura 13.</b> Prevalencia del Microsporidio <i>Nosema sp</i> en los tres Departamentos valorados.....	45
<b>Figura 14.</b> Prevalencia del Microsporidio <i>Nosema sp</i> en colmenas de abejas africanizadas de los municipios pertenecientes a los departamentos de Boyacá, Magdalena y Sucre.....	46
<b>Figura 15.</b> En la imagen <b>A</b> se aprecia la disección de una abeja en la cual se reconocen las tráqueas con la presencia del acaro, en la imagen <b>B</b> se muestra una de las dos tráqueas que fue extraída para análisis en microscopio óptico en resolución de 40X y en la imagen <b>C</b> se reconoce el macho y la hembra del acaro	

*Acarapis woodi*.....47

**Figura 16.** Resultados de las muestras con presencia del acaro *Acarapis woodi* de los Municipios de Viracacha y Rondón del departamento de Boyacá.....48

**Figura 17** Presencia del acaro *Varroa destructor* en los departamentos de Magdalena, Boyacá y Sucre.....48

**Figura 18** Resultados de la prevalencia del acaro *Varroa destructor* en los municipios que participaron en el estudio de los departamentos de Boyacá, Sucre y Magdalena.....49

**Figura 19.** Representación gráfica, basada en cuartiles, en la cual se exhiben los datos sobre el %IVA (porcentaje de infestación por *Varroa*) en los departamentos de Magdalena, Boyacá y Sucre.....50

**Figura 20.** Prueba de Kruskal Wallis.....51

**Figura 21** Análisis del Coeficiente de correlación de Spearman entre la altura y el % IVA para el ectoparásito *Varroa destructor*.....52

**Figura 22.** Distribución de los resultados individuales con respecto a los percentiles seleccionados.....53

**Figura 23.** Valor absoluto en cuanto a la distribución de las colmenas potenciales para ser utilizada en un programa de mejoramiento genético.....54

## RESUMEN

Actualmente la apicultura en Colombia se desarrolla con abejas *Apis mellifera* africanizadas. El biotipo de la abeja Africanizada ha logrado adaptarse a las diferentes variedades climáticas que ofrece el país y ha prosperado sin la aplicación de productos químicos para el control de enfermedades, por tal motivo en los últimos años se ha sugerido desarrollar planes de mejoramiento como alternativa de manejo sanitario en el país. Sin embargo existe un desconocimiento sobre la presencia de parásitos y enfermedades presentes que motivan el desarrollo de investigaciones orientadas a mostrar el estado actual de las colmenas. Por consiguiente se realizó un estudio con la finalidad de determinar la presencia de tres parásitos de importancia apícola *Acarapis woodi*, *Nosema sp* y *Varroa destructor* en tres Departamentos que poseen alta actividad apícola, Magdalena, Sucre y Boyacá, se colectaron 491 muestras en colmenas de 27 municipios de los tres departamentos durante los meses de marzo, julio y agosto de 2014 y febrero de 2015; se midió la prevalencia, para el caso de *Varroa destructor* la prevalencia en Boyacá se movió entre el 58% y 100%, para Sucre entre el 69% y 100% y Magdalena entre el 79% y 100%, en cuanto al porcentaje de infestación promedio en Boyacá y Sucre correspondió al 5% y para Magdalena el 6%, para el microsporidio *Nosema spp* la prevalencia en Boyacá y Sucre fue del 7% y Magdalena 3% y el acaro traqueal *Acarapis woodi* solo estuvo presente en uno de los tres departamentos con una prevalencia que no supero el 4%. Los resultados permitieron presentar colmenas potenciales para selección y mejoramiento genético por características sanitarias superiores.

**Palabras Claves:** prevalencia, acarosis, nosemosis, Varroa, abejas africanizadas, infestación.



## ABSTRACT

Beekeeping (Apiculture) in Colombia currently it develops with bees *Apis Mellifera* Africanized. The Africanized bee biotype has adapted to different climatic varieties offered by the country and has managed to prosper without the application of chemicals for diseases control; for this reason, in recent years, it has suggested developing improvement plans as alternative of sanitary managing in the country. However, there is a lack of knowledge about the presence of parasites and diseases that motivate the development of research to orientate the current status of the colonies.

Therefore, a study was realized in order to determine the presence of three important parasites of the Beekeeping *Acarapis Woodi*, *Nosema sp* and *Varroa Destructor* in 27 municipalities of three departments that have high activity in this field, Magdalena, Sucre and Boyacá. 491 samples were collected during the months of March, July and August 2014 and February 2015; the prevalence was measured, in the case of *Varroa Destructor* in Boyacá it moved between 58% and 100% for Sucre between 69% and 100% and Magdalena between 79% and 100%. In terms the average percentage of infestation in Boyacá and Sucre it corresponded to 5% and Magdalena 6%; for *Microsporidio Nosema SP*; in Boyacá and Sucre was 7% and Magdalena 3% and the tracheal mite *Acarapis Woodi* was only present in one of the three departments with prevalence did not exceed 4%.The results allowed to submit potential beehives for selection and genetic improvement for higher health characteristics.

**Keywords:** prevalence, acarosis, Nosema, **Varroosis**, Africanized bees infestation

## INTRODUCCION

La abeja *Apis mellifera* se considera un insecto de importancia económica e indispensable para la seguridad alimentaria en todo el mundo. Se estima que en Estados Unidos el 85% de la actividad polinizadora de los cultivos agrícolas es llevada a cabo por estas abejas (Vargas Valero, 2010); el valor económico de la polinización con abejas solo en Estados Unidos se calcula en nueve billones de dolares (Delaplane & Mayer, 2000).

Colombia es un país rico en especies vegetales las cuales son aprovechadas por las abejas *Apis mellifera*, además cuenta con una gran variedad de zonas climáticas que permiten una diferenciación en los objetivos productivos, de este modo la apicultura para las zonas cálidas se centra en la obtención de miel y para las zonas frías se centra en la producción de polen, siendo los departamentos más importantes en esta actividad Huila, Valle del Cauca, Risaralda, Boyacá, Sucre y Magdalena. Martínez (2006).

En Colombia la apicultura se desarrolla principalmente con abejas africanizadas a las cuales se les atribuye la capacidad para tolerar enfermedades y parásitos como consecuencia de un proceso de selección genética no planeada por parte de los apicultores (Martínez Anzola, 2006), este planteamiento se infiere del bajo nivel de uso de antibióticos para contrarrestar enfermedades, sin embargo dicho planteamiento no ha sido confirmado con investigaciones empíricas que demuestren con claridad la presencia de los agentes causantes de las enfermedades y sus efectos sobre el biotipo de abeja presente en el país.

Entre estos agentes, los parásitos corresponden a uno de los grupos a los cuales se les considera generadores de grandes efectos negativos sobre la productividad de las colmenas, los parásitos más representativo son los ácaros *Varroa destructor* y *Acarapis woodi*, así como el microsporidio *Nosema sp.*, los cuales son de reporte obligatorio según la Oficina Internacional de Epizootias OIE.

En muchos países los parásitos son controlados con la aplicación de agentes químicos y antibióticos, esta práctica no siempre tiene éxito, es costosa y necesita de control de entidades reguladoras para prevenir la contaminación de los productos por el uso de drogas y químicos (Kulinčević, J, M, 1986), estos aspectos sumados a la resistencia que han generado históricamente los parásitos sobre los tratamientos químicos motivaron el desarrollo de programas de selección genética como medida de control sanitaria; dichos programas requieren del conocimiento del estado sanitario de las colmenas.

Bajo este panorama se presenta la necesidad en Colombia de efectuar investigaciones enfocadas en conocer la presencia de los parásitos reportados como limitantes para los sistemas productivos de *Apis mellifera* y de este modo

establecer la posibilidad de implementar planes de mejoramiento genético como alternativa para el manejo integral de las colmenas.

El estudio realizado presenta resultados de tres regiones del país con importancia apícola Magdalena y Sucre regiones especializadas en la producción de miel, y Boyacá la cual se orienta en la producción de polen. En cuanto a la presencia de parásitos se establecen las bases para la utilización de los resultados obtenidos en un programa de mejoramiento genético basado en parentales con características sanitarias superiores.

## 1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Colombia cuenta con las condiciones biofísicas para desarrollar una apicultura competitiva, se estima que el territorio nacional puede albergar cerca de un millón de colmenas (Vásquez & Tello Duran, 1995), de las cuales actualmente se encuentran instaladas máximo 90.000 (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 2012). De esta información se infiere que la producción apícola en el país tiene el potencial de crecer hasta 11 veces.

La apicultura actualmente se desarrolla en Colombia casi en su totalidad con abejas africanizadas, las cuales fueron reportadas a comienzos de los años ochenta; con la llegada del híbrido africanizado la apicultura experimentó cambios que reestructuraron la dinámica de manejo en los apiarios, así como la visión de la actividad por las instituciones del estado Sánchez *et al*(2013), Uno de los cambios generados fue la ausencia de investigación asociada a la valoración de presencia de enfermedades.

Entre los agentes generadores de enfermedades se reconocen los parásitos como uno de los grupos de organismos que causa mayores pérdidas productivas; de este modo para el caso del acaro *Varroa destructor* los estudios realizados muestran que infestaciones por encima del 10% causan disminución en la productividad de la colmena, así mismo infestaciones superiores al 30% generan la muerte de la colmena. (Schafer Gaedicke, 1998) Resultados obtenidos en México evidenciaron que por cada punto de aumento en el porcentaje de infestación por *Varroa destructor*, disminuye la producción de miel en 52.8 gramos, lo que equivale a una correlación negativa significativa de 0.44. Medina *et al* (2011). Otro parásito asociado a la productividad de las colmenas corresponde al microsporidio *Nosema apis*, el cual genera pérdidas productivas de miel cercanas al 25%, Saeta *et al*,(2008). El endoparásito *Acarapis woodi* también se asocia a problemas productivos de las abejas, y se describe que su presencia asociada a otros ácaros como *Varroa destructor* ocasiona una rápida muerte de la colmena. (Hinojosa & Gonzales, 2004).

Para Colombia en la década de los años 70 se hicieron estudios sobre el parásito *Nosema sp*, en cuanto a la prevalencia de nosemosis en la zona cafetera de Sevilla (Echeverri & Peña, 1975), así como también se reportó la presencia de *Acarapis woodi* (Menapece & Wilson, 1980), para entonces la apicultura en Colombia se efectuaba con abejas Europeas.

Posterior a la aparición de la abeja africanizada en Colombia, se presenta un cambio considerable en la apicultura del país y desde entonces el único parásito estudiado ha sido *Varroa destructor* que cuenta con estudios aislados Salamanca

*et al.* (2012). Para *Nosema apis* y *Acarapis woodi* no se reportan estudios en los últimos 20 años.

En adición a lo anteriormente expuesto, se considera que el biotipo de abeja africanizada predominante en Colombia (Salamanca Grosso, 2009), posee factores que le confieren resistencia a las enfermedades, por lo cual se sugiere el desarrollo de planes el mejoramiento genético como alternativa de manejo sanitario en el país (Martínez Anzola, 2006). Sin embargo la falta de información sanitaria impide validar científicamente esta afirmación, y por lo tanto limita la implementación de los planes de mejoramiento, ya que al desconocer la presencia o no de los parásitos, es imposible establecer una relación entre los efectos genéticos y la resistencia a enfermedades, que intuitivamente se le atribuyen a las abejas.

Debido a esto es importante valorar la presencia de parásitos que generan un impacto negativo en la productividad y que se reportan como causantes de grandes pérdidas económicas.

## 2 JUSTIFICACION

Entre las explotaciones zootécnicas la apicultura es tal vez la que más efecto tiene sobre las actividades agropecuarias ya que contribuye directamente en la producción de alimentos e indirectamente en la fecundación de plantas (por medio de la polinización).

La oferta floral de Colombia (melífera, nectarífera y polinifera) con la que cuenta el país ha permitido el desarrollo de esta actividad en diferentes zonas, se puede considerar que en Colombia existen alrededor de unos 2100 apicultores los cuales manejan cerca de 40.000 colmenas, encontrando los principales núcleos de producción en Santander, Boyacá, el eje cafetero, Magdalena, Sucre, Cauca y Huila (Martínez Anzola , 2006)

Actualmente la apicultura en Colombia se desarrolla con desconocimiento de la incidencia de parásitos, lo cual ya había sido detectado por el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural quien a partir de un estudio realizado en el año 2006 recomendó implementar políticas de prevención y manejo cuidadoso de los problemas en la colmena, especialmente sobre plagas y enfermedades altamente peligrosas (Martínez Anzola, 2006); este aspecto fue resaltado posteriormente en el año 2010, en la Agenda Prospectiva de Investigación y Desarrollo Tecnológico del sector apícola, que identifico como un factor tecnológico crítico para el desarrollo de la Cadena Productiva el conocimiento y difusión sobre organismos patógenos que afectan las abejas, Laverde *et al*, (2010). En respuesta a estos requerimientos del sector, la Cadena productiva de las Abejas de forma conjunta con CORPOICA elaboraron las demandas de investigación para la apicultura, entre las que se encuentra la identificación de plagas, enfermedades y sustancias tóxicas que afectan los sistemas de producción con abejas y establecimiento de mecanismos de control (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 2014). Pese a dicho desconocimiento se cree que las abejas africanizadas utilizadas en Colombia presentan características que les confieren resistencia a enfermedades y en consecuencia se ha explorado la posibilidad de utilizar programas de mejoramiento genético como alternativa sanitaria, sin embargo se requiere previamente realizar valoraciones del estado actual de las enfermedades apícolas para poder desarrollar sistemas de selección efectivos. El presente estudio busca realizar aportes a dichos programas mediante el establecimiento de una base de colmenas mejorantes en cuanto a aspectos sanitarios frente a parásitos.

### 3 OBJETIVOS

#### 3.1 OBJETIVO GENERAL

Establecer para tres regiones de importancia apícola de Colombia, una base de colonias para el desarrollo de programas de mejoramiento genético a partir de la identificación de parentales con características sanitarias superiores.

#### 3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Implementar las técnicas de valoración de parásitos descritas en el manual de enfermedades de la OIE.
- Valorar la presencia de endoparásitos *Nosema sp.* y *Acarapis woodi* y ectoparásitos *Varroa destructor* en una muestra representativa de apiarios de tres organizaciones de productores ubicadas en los departamentos de Boyacá, Sucre y Magdalena.
- Generar una base de parentales con características sanitarias superiores a partir de las valoraciones de parásitos efectuadas en los tres departamentos incluidos en estudio.

## 4 REVISION DE LITERATURA

### 4.1 La abeja *Apis mellifera*

La abeja melífera también conocida la abeja doméstica, es una especie de himenóptero de la familia Apidae, es también la especie con mayor distribución en el mundo, siendo además el principal insecto polinizador que existe en la naturaleza favoreciendo la fecundación y fructificación de las plantas, contribuyendo a la conservación de especies amenazadas y a la diversidad biológica. (Simo & Pellicer, 2002)

Las colmenas de abejas melíferas (*Apis mellifera*) están divididas por dos sexos (Hembra y macho) y tres castas reinas, obreras y zánganos, así como una gran cantidad de cría (huevos, larvas y pupas), las cuales varían de acuerdo con las épocas del año y los flujos de néctar y polen.

Cada casta tiene diferentes responsabilidades que contribuyen a la supervivencia de la colmena, las obreras realizan las labores de limpieza de las celdas y del nido, alimentación de las larvas y de la reina, construcción de panales, almacenamiento y deshidratación del néctar, regulación interna de la temperatura, actividades relacionadas con la defensa del nido, así como la colecta de néctar, polen, resinas y agua. (Medina Medina & May Itza, 2003). Los zánganos que alcanzan la madurez sexual cumplen con la función de fecundar a las reinas vírgenes. La reina fecundada tiene la función de poner huevos que se desarrollan en obreras (huevos fecundados) o zánganos (huevos no fecundados), por lo tanto, es la madre de todos los individuos de la colmena. (Medina Medina & May Itza, 2003).

Las abejas *Apis mellifera* son conocidas por la producción de miel, sin embargo ellas también realizan otras tareas importantes, las cuales benefician tanto a la naturaleza como a los seres humanos: polinizan jardines, huertos, cultivos agrícolas y hábitats de vida silvestre, de este modo se consideran como las más eficiente polinizadora; estudios realizados por Corpoica muestra que de cada 100 insectos visitantes, entre 70 y 80 son abejas (*Apis mellifera*) lo que demuestra la importancia de estos insectos polinizadores tanto en la fertilización de las plantas como en el rendimiento y la calidad de los frutos y vegetales.

## 4.2 La abeja africanizada

La abeja africanizada es el resultado del cruzamiento de las subespecies del continente africano, *Apis mellifera scutellata* y de subespecies de razas europeas, como: *A.m. melifera*, *A.m. ligustica*, *A.m. caucásica* y *A.m. cárnica*.

Las abejas africanizadas fueron introducidas a Brasil, en 1956 como parte de un programa de mejoramiento genético encaminado a desarrollar abejas más productivas y mejor adaptadas a las condiciones tropicales, en colmenas ubicadas en Piracicaba, Sao Paulo, considerando que abejas procedentes de África podrían sobrevivir y desarrollarse de manera más adecuada que las razas europeas en las regiones tropicales de Suramérica (Matinez Puc, 2008).

Un año después, cuando se realizaban estudios de productividad, 26 colmenas se enjambraron con las reinas africanas originales y escaparon accidentalmente. Estos enjambres se establecieron de manera silvestre, se reprodujeron y se cruzaron con la población local de las abejas de razas europeas iniciando el proceso de africanización. (Kerr, 1967). Este tipo de abejas se caracterizaba por su elevado comportamiento defensivo y migratorio, es por esto que se adaptaron y distribuyeron ampliamente en la mayoría de los países latino americanos incluyendo Colombia.

Existe una serie de características que fueron desarrolladas por las abejas africanizadas una de ellas es la resistencia a enfermedades, estudios realizados en Brasil, México y Estados Unidos revelan que las abejas africanizadas son más resistentes o tolerantes a ciertas enfermedades, esto se debe según lo que sugieren los expertos a varios factores, entre ellos se menciona una mayor expresión de comportamiento higiénico y del acicalamiento, así como una menor susceptibilidad a la invasión y reproducción de agentes patógenos. Estos factores han permitido que las abejas africanizadas posean una mayor protección contra las enfermedades de la cría y también contra parásitos de individuos adultos, Guzmán Novoa, *et al* (2011).

## 4.3 La apicultura en Colombia

El término apicultura tiene su origen en el latín: *Apis* (abeja) *Cultura* (cultivo). Se puede definir como la ciencia aplicada que estudia a la abeja melífera y que mediante su técnica se dedica al cultivo de esta, a su cría y a la explotación de sus productos, Gallo Jurado *et al* (2008).

La apicultura en Colombia es una actividad que viene consolidándose hace muchos años, empieza desde el primer momento en que su pionero el sacerdote Rizzardí en el año 1910 fundara el primer colmenar científico de abejas Italianas

en el país, dirigido a maestras de escuelas en la orientación a niños de zonas campesinas para el incremento de los ingresos familiares, Gallo Jurado *et al* (2008), y desde ahí se comienza a generar la expectativa de la explotación apícola en el país, la cual se consolida en el año 1930; desde entonces la apicultura se efectuaba con abejas *Apis mellifera* Europea, sin embargo la actividad apícola toma un cambio drástico en el país cuando en los años 80 se ve afectada por el ingreso de abejas africanizadas al territorio Nacional lo que obliga a dar un giro en la actividad no solo por el cambio en el manejo de colmenas con este tipo de abeja agresivas, sino además la introducción de material genético nuevo al país (Matinez Anzola, 2006).

Al ingresar la abeja africanizada al país se encontró con una condición climática favorable lo cual permitió su establecimiento, desarrollo reproductivo y de adaptabilidad a las zonas climáticas y condiciones geográficas; de este modo y bajo estas condiciones las abejas africanas que entraron al país se cruzaron con las que ya estaban establecidas generando colmenas de abejas melíferas africanizadas altamente productivas, además de esto aunque se creía que las abejas africanizadas solo podían prosperar hasta los 1500 msnm, actualmente es posible encontrar colmenas de abejas africanizadas en zonas frías y bosques altos Andinos.

Según Martínez Anzola (2005) el proceso de africanización no solo sirvió para seleccionar abejas, sino también para seleccionar apicultores, ya que debido al difícil manejo de estas abejas muchos de los criadores abandonaron el negocio, además surgieron dificultades para quienes deseaban continuar trabajando en la explotación apícola ya que se desencadenó una crisis en el sector por la oposición de entidades públicas y privadas al uso de una abeja altamente agresiva.

Por otro lado en 1994 aparece en Colombia una plaga foránea que ocasiona grandes pérdidas en la actividad apícola tanto nacional como internacional, denominada *Varroa destructor* el cual es un acaro que parasita los tres estadios de la abeja larva, pupa y adultos, en muchos países del mundo el control de este acaro se hace mediante el uso de sustancias de síntesis química las cuales son indeseables por las trazas que generan en los productos de las abejas como la miel, sin embargo para fortuna de los apicultores Colombianos no fue necesario el uso de productos para el control de este acaro ya que poco a poco fueron notando que las abejas adquirían cierta resistencia a la plaga permitiendo de este modo seleccionar colmenas basados en la resistencia al acaro. Oficina de las Naciones Unidas (2009).

Es importante resaltar que los últimos años la apicultura en Colombia se ha visto envuelta en una serie de acontecimientos tales como los procesos de adaptabilidad, manejo y desarrollo del sector apícola, la poca credibilidad y el bajo desarrollo del mismo no han favorecido su crecimiento en el país, sin embargo la práctica de la apicultura se ha venido incrementando gradualmente en los últimos

años tomando con un especial interés en la participación institucional, especialmente la academia e investigación y por las necesidades de agremiar a los productores (industria) permitiendo de este modo el crecimiento del subsector apícola.

#### **4.4 Parásitos de las abejas**

La apicultura a nivel mundial sufre de diferentes problemas, uno de ellos se debe a las enfermedades que afectan a la abeja melífera, *Apis mellifera* y en nuestros días las parasitarias ocasionadas por los ácaros adquieren particular importancia. (Comision Permanente de Economía Apicola, 2015) Entre las parasitosis más notables se encuentra la varroosis, la acariosis y la nosemosis, causadas por los ácaros de tipo ectoparásito como la *Varroa destructor* y endoparásito como *Acarapis woodi* y *Nosema sp.*

#### **4.5 ACARAPIS**

##### **4.5. 1 Descripción de *Acarapis woodi***

La acarosis es una enfermedad de la abeja adulta *Apis mellifera* y de otras especies de *Apis*. Esta causada por el acaro Tarsonemido *Acarapis woodi* (Rennie), conocido como el acaro traqueal (Morales Morasles, 1985) ya que se alimenta y reproduce en el interior del primer par de tráqueas torácicas (Medina Medina & May Itza, 2005). El acaro fue identificado por primera vez en abejas procedentes de la Isla de Wight en el Canal de la Mancha, En 1905 se presentó una mortalidad inusual en esta Isla, lo que luego continuo en todas las regiones de Gran Bretaña donde existían apiarios (Patología Apicola, 2004).

Las hembras de *Acarapis woodi* miden de 143 a 174 µm de largo y de 77 a 81 µm de ancho, los machos son más pequeños que las hembras, ya que miden de 125 a 136 µm de largo y de 60 a 77 µm de ancho, los huevos y las larvas son mayores que los machos y las hembras adultas (Delfinado-Baker & Baker, 1982) este acaro afecta a las tres castas de abejas.

##### **4.5.2 Antecedentes de *Acarapis woodi***

El acaro traqueal *Acarapis woodi* habita en colmenas de abejas del todo el mundo, este acaro fue encontrado en julio de 1984 en Estados Unidos, el primer lugar fue Weslaco, Texas, en agosto del mismo año se halló en Nueva Iberia y Louisiana y en octubre del mismo año fue encontrado en Florida, Norte de Dakota, Sur de Dakota, Nueva York y Nebraska en donde luego las abejas fueron devastadas por más de una década (Vera Pozo M. , 2008).En 1904 existió una mortandad de

abejas en el sur de Inglaterra, la cual se expandió hacia el resto de Gran Bretaña, Irlanda y Europa, siendo conocida como “la enfermedad de la isla de Wight” (Mcmullan & Brown, 2005).

En Rusia el acaro se encontró en la provincia de Tula en 1922, pero en la región de Primorsky no se conocía de la historia del acaro, sin embargo, importaron reinas de Estados Unidos desde la región que estaba infestada con el acaro mostrándose más tarde la existencia del parasito en la Región de Primorsky, Rinderer *et al*, (2002).

El parasito se encuentra presente en diversos países de importancia apícola tales como Argentina, Canadá, Estados Unidos, Uruguay, manteniéndose libres Australia, Nueva Zelanda y Suecia, entre otros (Oficina Nacional de Epizootias OIE, 2007).

En Colombia se reportó la presencia del acaro *Acarapis woodi* en abejas Europeas en 1980 (Menapece & Wilson, 1980) y hasta la fecha no se reporta la presencia del acaro en abejas *Apis mellíferas* africanizadas.

#### **4.5.3 Clasificación taxonómica**

Clasificación taxonómica de *Acarapis Woodi*

**Phylum:** *Artrópoda*

**Clase:** *Arácnida*

**Orden:** *Acarina*

**Familia:** *Tarsonemidae* (Bailey, 1991); *Scutacaridae* (Baker, 1956)

**Género:** *Acarapis*

**Especie:** *A. woodi* (Rennie), 1921

Adaptado (Campano, 2004)

#### **4.5.4 Ciclo de vida de *Acarapis woodi***

El acaro de las tráqueas conocido como *Acarapis woodi* es un parasito microscópico cuyo ciclo biológico inicia cuando las hembras fecundadas penetran a través del primer par de tráqueas de las abejas. En algunas ocasiones son infestados los sacos aéreos del tórax y la cabeza, ya que los ácaros no pueden ingresar las demás tráqueas, debido a que la abertura del estigma es demasiado pequeña. Existe evidencia de que los zánganos son infestados en mayor proporción debido al tamaño de sus tráqueas. (Matinez Puc, 2008).

Una característica distintiva entre el macho y la hembra, es que los machos tienen las patas traseras más largas y entre ellas nace una espina. Asimismo, de las

patas nace un único pelo, mientras que en la hembra nacen tres (Del Hoyo, 2001) Ambos localizándose en el sistema respiratorio de la abeja (Peldoza, 2002)

El acaro está dotado de una gran cantidad de setas o pelos táctiles que le ayudan a localizar los espiráculos de la abeja y a trasladarse a distintas regiones anatómicas de esta (Moreno, 2004).

El ciclo de vida de este acaro se divide en dos fases, la más larga ocurre cuando el acaro se encuentra dentro del sistema respiratorio de la abeja y la otra cuando el acaro migra de una abeja a otra (Pettis, 2000) El acaro penetra a abejas menores de 6 días de vida ya que abejas de mayor edad son inmunes a la penetración del acaro a las tráqueas, esto podría ser producto del endurecimiento de los pelos que rodean los espiráculos del primer par de tráqueas torácicas por donde normalmente penetran los parásitos (Peldoza, 2002).

Las tasas de infestación declinan en forma considerable después de las primeras 24 horas de vida de una obrera, siendo raro que infeste luego del 4 día (Campano, 2004).

Una vez que la hembra ha ingresado al interior del primer par de tráqueas inicia la postura, que alcanza un total de 5 a 7 huevos en un periodo de 3 a 4 días. Luego de 3 a 4 días emergen larvas hexápodas, que luego evolucionan a ninfa y alcanzan el estado de machos adultos entre 11 a 12 días y hembras adultas en 14 a 15 días (Campano, 2004).

En el interior de las tráqueas las hembras y machos se aparean, luego de lo cual la hembra fertilizada abandona las tráqueas de la abeja huésped para alcanzar otra abeja susceptible. Se describe que existen entre 2 a 4 veces más hembras que machos y cada hembra puede colocar en 8 a 20 huevos (Campano, 2004). Las abejas obreras nodrizas son más vulnerables al ataque de *Acarapis woodi*, Del Hoyo, *et al* (2003).

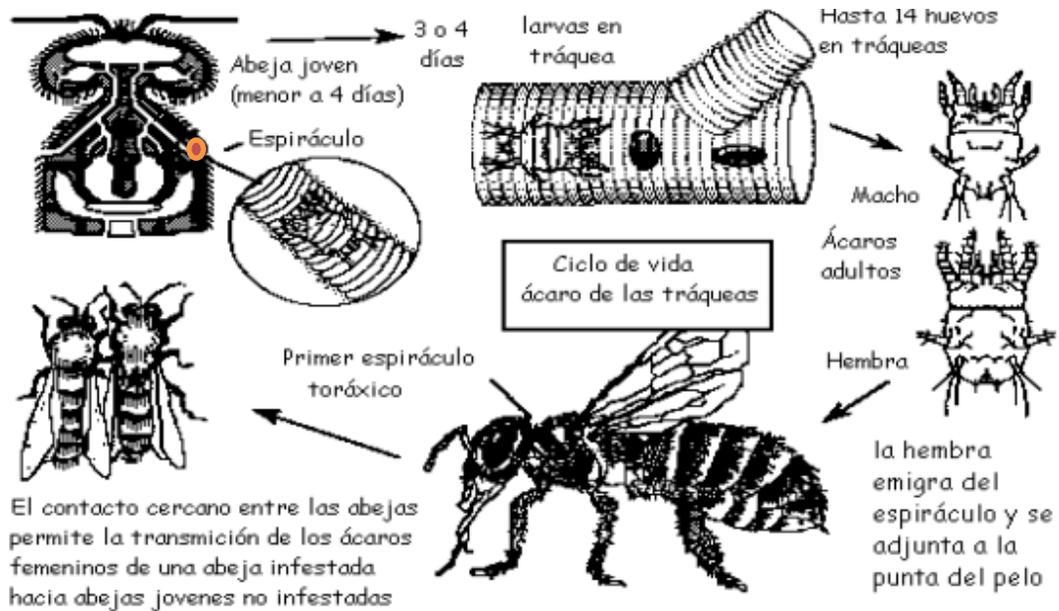
Tanto las larvas como adultos, se alimentan de la hemolinfa de la abeja, esta es succionada de las paredes de las tráqueas, las cuales perforan con la ayuda de sus ganchos mandibulares generando las lesiones de queratinización y melanización, consideradas típicas para el diagnóstico en el laboratorio (Delannoy Cisterna, 2006).

Los ácaros adultos, larvas, huevos, resto de muda y deyecciones provocan una disnea, debido a la obstrucción que produce en el hospedador y las tráqueas pierden su permeabilidad y elasticidad, se hacen quebradizas y el depósito de toxinas en la hemolinfa pueden provocar septicemia en la abeja (LLorente, 1999)

El insuficiente aporte de oxígeno a los músculos de vuelo a consecuencia de la obstrucción de las tráqueas con ácaros, explica el por qué las abejas pierden habilidad para volar, se observa además, un debilitamiento general del insecto

huésped como resultado de la presencia de toxinas liberadas por los parásitos y por la hemolinfa perdida (Delannoy Cisterna, 2006).

El número de ácaros en la tráquea varía mucho, desde una sola hembra a muchos ejemplares de todas las edades y en todos los estados. Se ha observado abejas infestadas con hasta un número de 108 y también una reina con 87 adultos y 57 formas inmaduras.



**Figura 1. Ciclo biológico del acaro de las tráqueas *Acarapis woodi***

Fuente: Modificado desde MID-ATLANTIC APICULTURE (2002). (Morse & Flottum, 1997)

#### 4.5.5 Sintomatología

La infestación causada por este acaro no presenta síntomas que caractericen la infección de la colmena, el único diagnóstico eficaz es el que puede realizar un laboratorio. Se cree que los ácaros traqueales acortan la vida de abejas adultas, afectando la actividad del vuelo, y como consecuencia de esto las abejas se arrastran incapaces de volar (Hood, 2000).

Estos parásitos son hematófagos; a la obstrucción mecánica de las vías respiratorias se le une la absorción de la hemolinfa y de forma indirecta con las lesiones de la tráquea se produce una degeneración de los músculos alares, manifestándose con evidentes procesos de necrosis, incapacidad para el vuelo, retención de los excrementos en la ampolla rectal y en una forma intoxicaciones generales, debido a la difusión en la hemolinfa de las deyecciones y de la saliva de los parásitos. De esta forma, la abeja queda tan debilitada que resulta una presa fácil para contagiarse de otras enfermedades, Del Hoyo *et al* (2003).

Por otra parte, las deyecciones de los ácaros tienen un pigmento, de melanina, que al contacto con el aire que circula por la tráquea, se oxida y toma un color oscuro, este es el motivo por el que las tráqueas infectadas aparecen oscuras o negruzcas con manchas irregulares. Además, la melanina, al igual que sucede con la saliva del acaro, contamina la hemolinfa de la abeja y provoca una intoxicación. (Parasitarias Externas, 2013).

Los signos clínicos de la acariosis no siempre se observan y generalmente solo son evidentes cuando los niveles de infestación son muy altos (más de 50%). Entre las manifestaciones clínicas se tienen las siguientes: alas dislocadas abanicándolas sin conseguir volar, el abdomen se ve distendido, presencia de abejas muertas o moribundas frente a las piqueras, algunas se ven trepando las hojas, hierbas, otras abejas presentan el tórax desprovisto de pelillos por lo que se ve negro y brillante, es notorio también que las abejas pierden el instinto de picar. Este síndrome aparece en días con temperaturas bajas, en colmenas altamente infestadas que han pasado por prolongados periodos de encierro, sin embargo no es exclusivo de acariosis ya que también puede observarse en casos de hambre, envenenamiento por insecticidas o por consumo en exceso de alimentos fermentados, cambios bruscos de temperatura ambiental o en algunos casos asociado a otras enfermedades como: nosemosis, amebiasis y parálisis (Gebauer Reinike, 2009).

Como resultado de la presencia de ácaros en las tráqueas, ocurre la muerte prematura de las abejas adultas lo cual se ve reflejado en bajas en el rendimiento de la producción de miel, Universidad Austral de Chile (2005).

#### **4.5.6 Diagnóstico de la enfermedad**

Las condiciones climáticas, la época del año y el cuadro clínico, cuando se observa, pueden orientar hacia el diagnóstico no pudiendo establecerse con certeza a nivel de campo. (Vera Pozo M. , 2008).

Debido a que las especies de *Acarapis* son muy semejantes entre ellas, se hace difícil la identificación. Por lo cual, es necesario realizar análisis de laboratorio

observando el lugar específico donde se aloja el acaro dentro de la abeja (Peldoza, 2002).

Los ácaros se ven como pequeños corpúsculos ovales, a través de las paredes de las tráqueas, si no hay ácaros aparecen limpias y transparentes (Telleria , 2004). En el caso de infestaciones leves pueden encontrarse ácaros adultos o huevos en uno o ambos tubos traqueales que pueden descubrirse cerca de las aberturas de los espiráculos (Collinson, 2007) las tráqueas se deterioran progresivamente tornándose opacas y descoloridas debido a la obstrucción por la gran cantidad de ácaros que allí se encuentran en los diferentes estadios de desarrollo.

Del mismo modo las deyecciones de los ácaros poseen melanina que es un pigmento que al contacto por el aire que circula por la tráquea, se oxida y toma un color oscuro el cual las mancha, Del Hoyo (2003) además de esto la melanina al igual que la saliva del acaro, contamina la hemolinfa de la abeja y causa intoxicación en el insecto (Telleria , 2004).

#### **4.5.7 Medidas de control y prevención**

Según Sagarpa (2003) una posible solución para exterminar los ácaros de las tráqueas a largo plazo será el desarrollo de líneas de abejas resistentes a su ataque. Ya que existen algunas líneas genéticas de abejas melíferas que son resistentes a *Acarapis woodi*, cuya resistencia se demuestra en la habilidad de las abejas obreras para liberarse de los ácaros desde las abejas viejas hacia las jóvenes, cuya resistencia parece estar regulada por los vellos que se encuentran alrededor del espiráculo de las abejas y la composición química de la cutícula.

Es por esto que se han realizado esfuerzos para lograr líneas de abejas resistentes al acaro, un ejemplo de esto se ve reflejado en trabajos hechos por el Hermano Adam en Inglaterra, logrando la línea Buckfast® después de años de cruces y selección con abejas de otras razas. (Campano, 2004)

Para el control existen diversas estrategias u opciones para controlar, como el uso de ácidos orgánicos o aceites esenciales, selección genética y prácticas de manejo (Campano, 2004) también se pueden encontrar una amplia variedad de productos químicos, sin embargo muchos de ellos son perjudiciales para las abejas. (Calderon & Ortiz, 2007).

#### **4.5.8 Importancia económica**

El parasito *Acarapis woodi* ha sido objeto de diferentes estudios en los que se ha determinado el daño que este acaro puede causar en la abeja *Apis mellifera*; en cuanto a pérdidas económicas se ha demostrado que la presencia de este acaro

en las abejas disminuye el tiempo de vida hasta un 30% en comparación a el de una abeja sana (Oirsa-BI, 1990), ya que perfora la pared traqueal de las abejas jóvenes y se alimenta de la hemolinfa, (Galvez & Mocarquer, 2002) pudiendo penetrar una diversidad de gérmenes patógenos a través de las heridas practicadas. Se ha observado la presencia de la parálisis crónica en las abejas infestadas con *Acarapis woodi* (Matinez Puc, 2008).

Las tráqueas de los primeros espiráculos torácicos proporcionan oxígeno a los músculos de vuelo, y la presencia de abundantes ácaros en estos conductos dificulta la respiración (Ordetx & Espina, 1966). Debido a la necrosis en los músculos de vuelo provocado por la falta de oxígeno las abejas infestadas se ven incapacitadas para volar, Orentes *et al*, (1997).

## 4.6 NOSEMOSIS

### 4.6.1 Descripción de la nosemosis

La nosemosis es una enfermedad parasitaria descubierta por (Zander, 1909), causada por el microsporidio *Nosema sp.* (*Microspora, nosematidae*) es considerada una de las enfermedades en abejas más dispersas en el mundo, por lo que se ha encontrado en la mayoría de los países donde se practica la apicultura; tiene un alto impacto de infestación y puede ocasionar en las colmenas daños graves de mortalidad y bajar la producción de miel o polen (Vera Pozo M. , 2008).

De la Sota y Bacci (2005), señalan que es una enfermedad muy importante en países templados o fríos ya que en épocas de invierno las abejas se encuentran confinadas lo que favorece la diseminación de la enfermedad que conlleva a pérdidas económicas al reducir significativamente la capacidad de producción miel, polen y cera de las abejas. (Vera Pozo M. , 2008)., el *Nosema sp.*, afecta el tracto digestivo de las abejas obreras, zánganos y reinas dentro de la colmena (Shimanuki et al., 1992) (FAO, 2006), en las reinas afectadas reduce la cantidad de la postura de huevos por causas de atrofia de los ovarios llegando a un punto de agotarla y causar la muerte de esta, (Czekonska, 2000), (Pacheco A, 2008), (Vaquero, Vargas , & Plata, 2010). En el caso de las otras abejas como las obreras y los zánganos se observa que disminuye su capacidad de vuelo; en algunos casos la nosemosis no se manifiesta clínicamente ya que está en la mayoría de veces se encuentra en estado de latencia. Sin embargo hay algunos síntomas específicos que se pueden observar en el momento de la diseminación de la enfermedad como por ejemplo estomago distendido, abejas frente a la colmena en estado de decaimiento o trepando por las hojas, pasto y por la misma colmena. Además afecta la longevidad de las abejas y provoca que no haya producción de miel o polen. (Czekonska, 2000), (Pacheco A, 2008).

Según, Webster *et al*, (2003) Describe que es una enfermedad que Produce efectos destructivos en *Apis mellifera* de todo el mundo. Esta enfermedad no se puede detectar fácilmente ya que rara vez presenta síntomas visibles esto causa que el apicultor detecte de otra manera que podría ser por la baja productividad de la colmena (Doull, 1972).

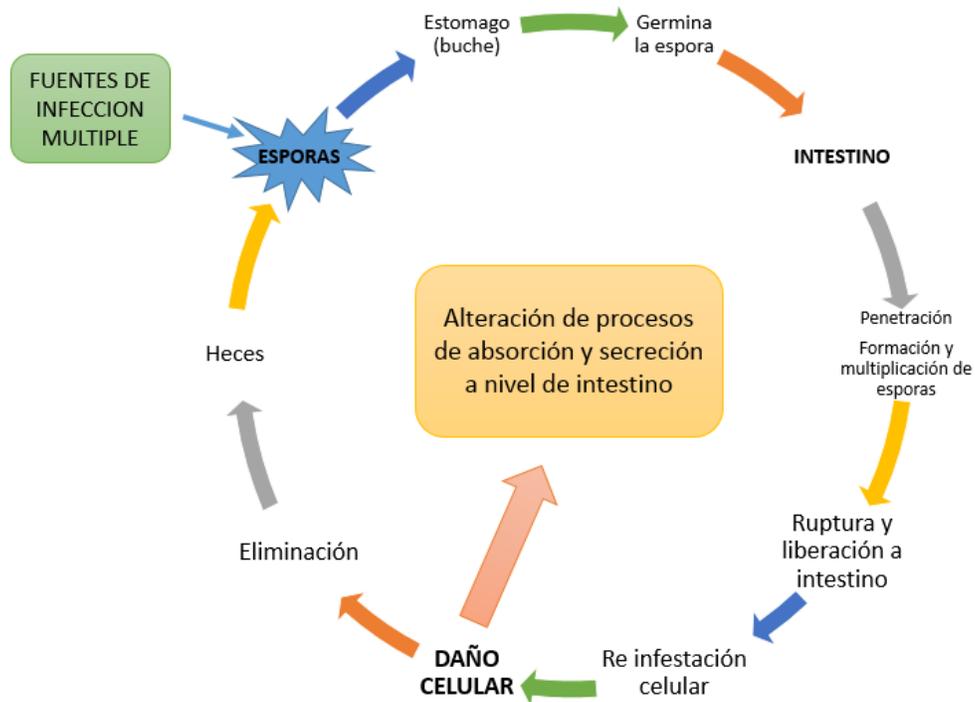
#### 4.6.2 Clasificación taxonómica

La Nosemosis es causada por microsporidio unicelular denominado *Nosema sp*, parásito intestinal específico de la abeja adulta (Hinrichsen, 1983) este parasito vive en las células epiteliales que recubren el interior de las paredes intestinales donde cumple su ciclo de vida, durante todas sus fases este agente causal produce esporas, también busca mantenerse resistente y como dispersar su propagación del mismo. Su forma se caracteriza por ser ovalada con una media de 6 micras de largo por 3-4 micras de ancho aproximadamente. Estas esporas están rodeadas por una membrana celular que las vuelve resistentes presentando un largo filamento enrollado en su interior. (Valega, 2007). Según Kudo (1996) y Cantwell (1974) citados por (Hinrichsen, 1983) la clasificación taxonómica de *Nosema* está dada por:

**Clase:** *Esporozoa*  
**Subclase:** *Cnidosporidia*  
**Orden:** *Microsporidae*  
**Familia:** *Nosematidae*  
**Género:** *Nosema*  
**Especie:** *Apis*

Ciclo de vida de *Nosema sp*.

Según, Gochnauert *et al*, (1975) comenta que hay una etapa vegetativa o también llamada latente que es cuando el microsporidio en este caso *Nosema apis* no es infeccioso ya que se mantiene durmiendo mientras se activa.



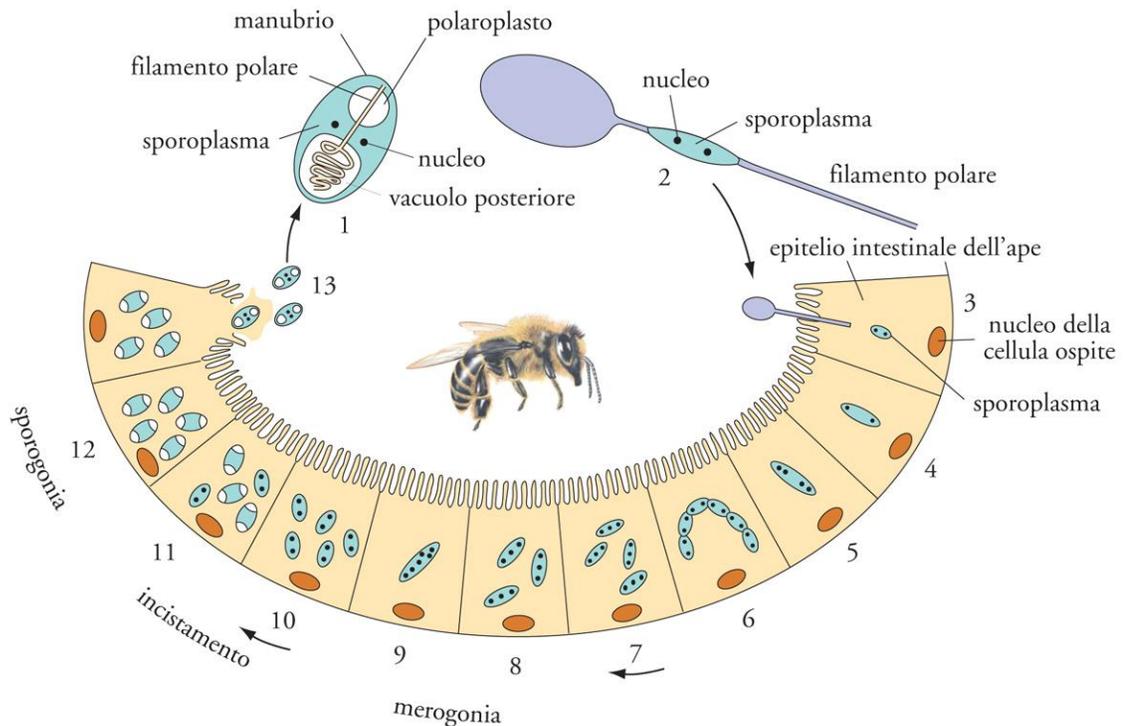
**Figura 2. Ciclo de vida de *Nosema spp***

**Fuente:** Adaptada de (Valega, 2007), (Guardiola Urra, 2002), (Fuentealba G, 2005).

(Mussen, 2011), (Guardiola Urra, 2002) describen que la forma vegetativa de este microsporidio, es como un protoplasma granuloso móvil. Las esporas de *Nosema sp* contienen en su interior esporoplasma con dos núcleos haploides que no se fusionan y dos vacuolas que son un poco complicada de identificar en el microscopio; estas vacuolas se clasifican o se denominan polaroplasto que es posterior que mantiene enrollada una estructura en forma de hélice que se le denomina filamento polar, puede llegar a tener una longitud de 400 mm. Por su parte anterior se le denomina micrópilo o también llamado casquete polar, donde se produce la abertura de la espora para dar la salida y así poder propagarse. (Orantes y Gonzales, 1998).

Según (Cornejo & Rossi, 1975) existen unas etapas en específico del desarrollo del microsporidio, que son fundamentales en su ciclo biológico la primera es el espora infectante, plamonte, meronte, esporoblasto y por ultimo espora maduro. Para que se pueda generar la infestación las abejas tienen que consumir las esporas, esto se logra por un mecanismo que se llama trofolaxis que es cuando las abejas se pasan alimento de boca a boca o también por contaminación de las heces; las esporas germinan rápidamente después de entrar en el ventrículo que son filtrados fuera de la bolsa de miel por la válvula pro ventricular y se liberan en el intestino medio. (Mussen, 2011). La espora penetra en el intestino y crece a un

estando en su estado vegetativo, una vez dentro de la célula aumenta de tamaño y se empieza a dividir a la mitad, cada uno de estos organismos empiezan con este proceso hasta que se hayan multiplicado y los nutrientes se les acaben este proceso que se da es descrito por (Orantes & Gonzalez, 1998.) Que según en el citoplasma de la célula epitelial de la abeja crecerá el esporoplasma del *Nosema* y se fusionaran los dos núcleos y así los transforma en un meronte (célula madre) que esta se dividirá asexualmente y así originando muchos merozoitos (células hijas); a este proceso se le conoce como merogonia. La siguiente fase es cuando empieza la formación de esporas o esporogonia, donde los merozoitos (células hijas) se diferencian en esporontes, cada esporonte da lugar a dos esporoblastos que al crecer y madurar se transforman en las esporas, que estas rompen la célula epitelial y serán vertidas al lumen del tubo digestivo donde se empieza la infestación (Orantes & Gonzalez, 1998.).



**Figura 3. Ciclo biológico de *Nosema spp.***

**Fuente:** (treccani.it, 2007)

Aproximadamente 100 esporas se pueden empezar a desarrollar hasta tener 50 millones de esporas una vez complete el proceso esto puede ser entre cuatro a nueve días después de la infestación. (Mussen, 2011) Después de ocurrido todo el proceso es cuando la abeja empieza con agotamiento y puede llegar a la muerte (Gochnauert, Furgala, & Shimanuki, 1975), (Mussen, 2011). Aunque hay algunos esporos que a pesar de ser evacuados por la abeja infectada permanecen latentes

por largos periodos de tiempo hasta tal punto que resisten el enfriamiento, congelado, liofilización y la exposición de microondas, Gochnauert *et al* (1975).

#### 4.6.3 Antecedentes

La nosemosis es una enfermedad descubierta por Zander en el año 1909. En Chile fue detectada en 1978, a través de análisis hechos en los laboratorios del Servicio Agrícola y Ganadero (SENAGA). (Pacheco A, 2008).

Según Bradbear (1988) citado por (Guardiola, 2002.) Este parasito está altamente distribuido por todo el mundo y sus efectos se consideran importantes dependiendo de la zona o el país, ya sea en climas templados o fríos, ya que por medio de estos climas es donde se ve más esporulado por la temperatura y la humedad que es adecuada para su infestación, es decir entre temperatura de 18-20 °C y 65-75% de humedad relativa. Según, Fries *et al* (2003), señalan que no hay suficiente información disponible para evaluar ya que algunos países no se dan cuenta de que tienen esta enfermedad, en definición es considerar detrimental en climas templados (Pacheco A, 2008).

El *Nosema sp* ha sido reconocido por más de un siglo como un parasito para las abejas alrededor de los años 1800 además que en esa época fue introducido en Nueva Zelanda y Australia, Mayorga *et al* (2011).

En el continente africano ha sido identificado por parasitar a la subespecie de *Apis mellifera intermissa*, Higes, *et al*, (2009) En el continente americano desde estados unidos hasta Canadá, llegando a los países de Costa Rica, Brasil, Argentina, Uruguay y Chile son de los pocos países que se ha identificado este parasito (Joost W, 2013 ). En un estudio realizado en la comuna de Curepto, región de Maule indico que de 11 de 21 muestras analizadas y estudiadas 11 estaban infectadas con *Nosema ceranae* y ninguno por *Nosema apis*. Rodríguez, *et al* (2012).

En España, Francia, Suiza y Alemania científicos han analizado 290 colmenas, en España es el único lugar donde queda algunas abejas del antiguo régimen ya que con el pasar del tiempo han ido modificándolas genéticamente o cambiándolas para generar mayor resistencia permitiendo así que los estudios no se han de todo completos. Estas abejas infectadas por un solo microsporidio tradicional *Nosema apis* un 14 % de las colmenas tiene aún esa constitución de infestación (Sampedro, 2007).

Según la Organización Internacional de Epizootias (OIE), este parasito se encuentra presente en varios países de América latina, pero hay algunos países donde la enfermedad no ha sido reportada como es el caso de Brasil, en algunos países no se han hecho los estudios o no existe la información suficiente para la

detección de *Nosema apis* como es en República dominicana y Ecuador (OIE, 2004)

#### **4.6.4 Sintomatología**

Para la identificación de los síntomas es un poco complicado porque se identifica hasta que la colmena ya está bien diseminada o infectada por el parasito. Este parasito se halla presente en las colmenas, multiplicándose y propagando la enfermedad, esto ocurre cuando la colmena se ve afectada por cambios climáticos constantes y la obliga a estar a las abejas mucho tiempo dentro de la colmena y por obligación tienen que defecar dentro; también están expuestas a factores de estrés en la colonia causando que la enfermedad entre en acción. Todos estos factores se les llama factores predisponentes que son aquellos eventos de origen climático, sanitario, nutricional o de manejo que ocasionan el estrés en la colmena y generan un impacto negativo en el sistema defensivo de la abeja facilitando la infección por el parasito así como también disipar otras enfermedades. (Sag, ICA, & Pronagro, 2009).

El efecto principal de este parasito es la destrucción celular de las paredes intestinales, que causa trastornos en la digestión y nutrición de la abeja, los cuales derivan algunos síntomas clínicos que se pueden identificar al observar adecuadamente en la actividad apícola o realizando estudios para identificar estos síntomas.

- Incapacidad para el vuelo, temblores en las alas.
- Muerte prematura de las abejas, esta se causa por que no pueden asimilar el alimento (inanición).
- Desnutrición para las reinas por falta del desarrollo eficiente de las glándulas hipo faríngeas responsables de la jalea real acortando así su producción y calidad y con esto generando que las reinas nuevas no nazcan o nacen con la enfermedad.
- Generalmente se puede identificar la enfermedad cuando se detecta en las colmenas heces claras o a veces liquidas, color amarillento intenso a café; cuando hay cantidad de heces son liberados los esporos y empiezan a formar resistencia y a multiplicarse este parasito.
- Se puede observar el abdomen distendido o hinchado en las abejas cuando salen de la colmena.
- Las abejas al realizar la tarea de limpieza en especial las jóvenes ingieren los esporos y así adquieren la enfermedad.

- En la colmena se empieza a notar una disminución de la colonia, la velocidad depende del nivel de infestación que tenga la colonia.
- En algunos casos se presenta la pérdida total de las colmenas
- . (Sag, ICA, & Pronagro, 2009) (Vera Pozo M. , 2008).

#### 4.6.5 Daños provocados

Son varios los daños provocados por el parasito, al empezar la multiplicación de este microsporidio en el aparato digestivo se van disminuyendo las funciones digestivas de las abejas en aproximadamente dos a tres semanas, lo que provoca debilitamiento progresivo y acortamiento en la longevidad de las abejas (Orantes,2001).

(Fuentealba G, 2005) Afirman que la producción de miel se reduce en un 25% al 50% aproximadamente, esto sucede porque las abejas al enfermarse se consumen todo el alimento en este caso miel y polen a tal punto de consumirse las reservas con el fin de poder reparar el tejido digestivo que ha sido dañado por el parasito ya que la abeja no puede tomar las reservas de grasas y proteínas del mismo, provocando envejecimiento prematuro de las abejas alterando su funcionamiento de ciertas glándulas. También señalan que las abejas nodrizas bajan la producción de jalea real.

Uno de los daños que se genera es la baja de postura de la reina esto es causado por una degeneración de las ovarias y atrofia de los oocitos (Neira M. , 1999,),(Fuentealba G, 2005). Según, Cornejo *et al* (1993) tomado de (Fuentealba G, 2005) señala que las abejas sufren de una fuerte anemia, que ocasiona que los síntomas de parálisis, esto se debe porque la enfermedad afecta la hemolinfa, causando la reducción del número de hemocitos. Los anteriores autores agregan que la colmena queda susceptible al ataque de otras enfermedades virales, debido a la reducción de la resistencia a invasiones en el intestino (Fuentealba G, 2005). (Valega, 2007) Afirma que los zánganos también se contagian y estos se ven afectados en su aparato reproductor por lo cual la fecundación con las reinas es deficiente generando así que no haya producción de huevos y la población se disminuya. Por consiguiente un menor número de abejas obreras recolectoras es menor rendimiento en la producción de miel y esto ocasiona escases de alimento para ellas así como bajas en la producción apícola de miel y polen (Neira M. , 2006), (Fuentealba G, 2005).

#### 4.6.6 Diagnóstico de la enfermedad

El diagnóstico de esta enfermedad en general es difícil aunque con las herramientas adecuadas se puede detectar cuando hay la sospecha de la enfermedad, en algunos casos no presenta síntomas específicos y aquellos síntomas que son visibles suelen relacionarse con otros tipos de enfermedades similares, los mejores métodos para detectar la enfermedad es por medio de pruebas de laboratorio. En la búsqueda del parásito se observa los ventrículos, buscando alteraciones en su tonalidad de color aunque algunas veces se encuentran normales y es difícil detectar la enfermedad y no es por no la tenga si no porque la invasión de sus células hasta ahora comienza, De la Sota *et al*, (2005). Para poder generar un diagnóstico hay una época en especial y esta es cuando las abejas inicia la época de vuelo, después de un periodo prolongado de encierro en este caso sería cuando hay lluvias o estación fría, cuando ellas salen se nota su desequilibrio al volar o el debilitamiento que estas muestran (Vera Pozo M. , 2008). Para realizar un diagnóstico en el laboratorio se hace en base a la presencia y número de esporas en las abejas adultas aunque en algunos casos se quiere investigar más a fondo se realiza por medio molecular con las larvas para observar si estas también ya están infectadas, a través de estas pruebas se establecen niveles de infestación presente en cada abeja analizada según (Sagarpa, 2003) tomado de (Vera Pozo M. , 2008).

Lo anterior se debe, según (Baile & Ball, 1991), porque la enfermedad no presenta síntomas externos característicos, sino al contrario tiende a confundirse con otras enfermedades conduciendo a un diagnóstico erróneo e implementando métodos de control equivocados (Rodríguez V, 2000). Enumera y describe el método de Cantwel para diagnosticar el grado de infestación de la enfermedad entre los cuales nombra el método del hemocito metro (Aparato para contar el número de células existentes en un volumen de sangre o de otro líquido) (Onsalus, 2013). Otro método es por medio de la técnica del recuento esporular que según (Neira M. , 1999,), es recomendado para Latinoamérica a partir del año 1968. Este método se realiza macerando 30 abejas adultas con agua que es suministrada con una pipeta, luego se incorpora este residuo a un frasco para conservar, se realiza la tinción con Nigrosina, una vez terminado se pone dos gotas en la cámara de Neubauer para ser observada en el microscopio en este se observa en un aumento de 40x a 100x una vez hecho se realiza el conteo de las esporas, De La Sota *et al* (2005).

Según, De La Sota *et al* (2005), existe una clasificación según el resultado del conteo de las esporas que es de la siguiente manera:

**Tabla 1. Determinación para el conteo de esporas de *Nosema sp.***

<b>N° de esporas por abeja</b>	<b>Nivel de infestación</b>
Entre 0 a 500.000	Débil
Mayor de 500.000 y 1.000.000	Mediano
Más de 1.000.000	Fuerte

Fuente: (De La Sota, Bacci, & Senasa, 2005) .

#### **4.6.7 Métodos de control**

(Neira M. , 1999,), habla que las medidas destinadas para controlar la nosemosis son complejas y se aplicadas tanto el agente causal como también contra los factores que participan en la propagación o desarrollo de la enfermedad, se debe tener en cuenta que la posición de la colmena debe estar orientada hacia áreas soleadas y ventiladas, pero que al mismo tiempo no sea vientos fuertes con el fin de evitar la acumulación de la humedad que favorece el medio para que el parasito aparezca y se desarrolle. También las colmenas deben estar separadas del suelo y evitar la propagación de vegetación excesiva bajo o alrededor de ellas ya que esto causa la presencia de humedad generando el hábitat para el parasito (Grandjean & Campo, 2002).

Estudios realizados por (Hinojosa & Gonzales, 2004), señalan que la mayor prevalencia del parasito es cuando entra a primavera o verano, debido a la alta contaminación fecal que hay dentro de las colmenas por el resguardo de las lluvias o en etapas de frio, causando la baja de temperatura y así impidiendo que estas salga libremente hacer su recorrido o su actividad diaria que uno de sus procesos es su limpieza diaria para no contaminar la colmena, al no poder realizar esta labor es cuando se va generando el medio donde pueda crecer el parasito.

Cuando se decide aplicar un tratamiento esto dependerá del nivel de infestación que hay en el apiario, cuyo resultado debe relacionarse con las condiciones de producción, el estado de las colmenas y el medio ambiente donde estas habitan, uno de los aspectos que hay que manejar son el estrés nutricional, manejo y ciclo de la floración, De La Sota *et al* (2005).

(SARLO, 2006) Describe una herramienta para tratar la enfermedad que esta sería el monitoreo planificado. Que consiste en conocer el número promedio de parásitos por huésped del apiario, resulta necesario para detectar factores causales con los síntomas que muestran las abejas. A partir de esta observación se realiza un plan de control, en base de manejos y cuál de ellos es el mejor, también en qué estado del tiempo dependiendo de la zona los niveles de

infestación suelen aumentar, así determinar si es necesario cambiar el manejo, lo importante es que la aplicación del medicamento sea el último recurso. Existen algunas medidas preventivas que no necesitan de costos adicionales en el apiario, que si estas son puestas en acción se puede evitar la proliferación de la enfermedad y así poder salvar las colmenas afectadas, unas de las medidas es la desinfección de materiales y útiles apícolas con los que se realiza la cosecha, eliminar o acumular colmenas o materiales contaminados con la enfermedad, evitar pillaje y siempre mantener las reinas jóvenes limpias y bien alimentadas (Neira M. , 2006).

- Evitar que las abejas sanas se mezclen con las abejas enfermas
- suministrar permanentemente fuentes de agua fresca y limpia.
- mantener renovados los marcos de cámara de cría anual para disminuir la contaminación.
- Evitar situar las colmenas en lugares húmedos.
- Cambiar las reinas anualmente
- Mantener reservas de miel y de polen para cualquier cambio climático que se presente.
- Nunca aplicar medicamentos de composición no establecida y que puedan afectar la producción (Vera Pozo M. , 2008).

Algunos de los medicamentos que se usan para controlar la enfermedad son los antibióticos, que actúan de forma vegetativa en el parásito; y hasta el momento no se ha encontrado resistencia contra *Nosema apis*, Díaz *et al* (2001).

## **4.7 VARROOSIS**

### **4.7.1 Antecedentes Varroosis**

La varroosis es una de las enfermedades más problemática para la abeja *Apis mellifera* en el mundo (D, Gerson, & G, 2000); han transcurrido cien años desde el primer reporte del acaro *Varroa destructor*, anteriormente llamado *Varroa Jacobsoni Oudemans* considerado como una de las peores plagas mundiales comenzando a infectar a la abeja *Apis cerana* (Ramírez H & Ruiz F, 2007) desde hace 20 años es una de las especies de peor patogenicidad. En el año de 1971, apicultores de Paraguay importaron abejas de Japón y de esta manera introduciendo el parásito a América del sur, desde este año empezó la propagación por todo el continente americano, Vaquero *et al* (2010), causando pérdidas severas a las colmenas y a los productores que se sustentan de esta (Denmark & Sanford, 2000), en la actualidad no hay zonas libres de Varroa. La primera vez que se detectó en Estados Unidos fue en Wisconsin en 1987. En el año de 1992 fue reportado por primera vez en México en los apiarios de Veracruz,

ya en el año de 1995 se reportó en el resto de los estados del país, Vaquero *et al* (2010).

Algunos casos reportados llegan a ser severos causando la muerte de la colmena y ocasionando pérdidas económicas debido al debilitamiento de las abejas, Campos *et al* (2006).

En el año de 1993 llegó la *Varroa destructor* a Colombia, según (Carreño & Salazar, 2013) esto causó la reducción de la productividad de las colmenas hasta niveles de 10 a 15 kg de miel por año, también se reporta la desaparición de colmenas.

Se cree que en el país con tiempo las abejas se han fortalecido desarrollando comportamientos que permiten que el acaro no alcance altas poblaciones dentro de las colmenas y de esta manera en el apiario no se generen pérdidas alarmantes. En algunos casos las abejas se han ingeniado un método de supervivencia el cual consiste en la habilidad de estas para detectar, desopercular y remover las celdas que contienen larvas con *Varroa*, además con este comportamiento la abeja ataca a la *Varroa* que tiene adherida a su cuerpo o de sus compañeras infestadas (Orantes J., 1996). Las primeras colmenas reportadas con *Varroa destructor* fueron en el departamento de Cundinamarca, Colombia (Saldaña, 1994.); posteriormente, la reducción, pérdida y muerte de las colmenas infestadas se da entre un promedio de 2 a 4 años iniciada la infestación, Salamanca *et al* (2012). Actualmente en Colombia las abejas que se manejan son africanizadas (Salamanca G, 2009), siendo cerca de 13 haplotipos de linaje africano, que sugieren un grado de hibridación, introgresión y expansión del fenómeno que llevó a cabo la africanización. En algunas de las poblaciones se ha observado la presencia de *Varroa*, pero no se ha podido establecer en qué porcentaje de incidencia se da por el origen geográfico en el que se encuentre, Salamanca *et al* (2012).

#### **4.7.2. Descripción de la Varroosis**

Es una parasitosis externa y contagiosa que afecta a toda la colmena desde la cría hasta su etapa adulta, esta enfermedad es causada por el acaro *Varroa destructor* (Calderón & Sánchez, 2011), su alimentación es la hemolinfa, causando debilitamiento y varios problemas, como alteraciones internas y de transmisión para otros agentes infecciosos (Ball, 1996). Algunos de sus signos principales son la reducción de la colonia, algunas generan malformaciones en las alas y otras nacen sin ellas quedando imposibilitadas para volar (Calderón & Sánchez, 2011). Según (Ramírez H & Ruiz F, 2007) existen evidencias de que el acaro puede generar que se transmitan diferentes tipos de virus como el virus de las alas deformes, además el ataque de este parásito permite que en el momento en que

las abejas emerger de la celda su peso no sea ideal y por lo tanto estas no puedan emerger de la forma esperada.

#### 4.7.3 Clasificación Taxonómica

La clasificación taxonómica del acaro *Varroa* en *Apis mellifera* está dada por tres autores como (Neira, 2006), (Anderson, 2000.), ( Barrios R, 2012) que es la siguiente:

**Reino:** Animalia  
**Subreino:** Metazoos  
**Phylum:** Artrópoda  
**Subphyllum:** Chelicerata  
**Clase:** Arachnida  
**Sub clase:** Acari  
**Orden:** Acarina (*Parasitiformes*)  
**Suborden:** Mesostigmata  
**Grupo:** Gamasida  
**Familia:** Varroidae  
**Subfamilia:** Hypoaspidinae  
**Género:** *Varroa*  
**Especie:** *V. destructor*, Oud.

#### 4.7.4 Agente causal

La primera especie de *Varroa* se conoció como *Varroa jacobsoni oud* que fue descubierta en 1904 parasitando a *Apis cerana* que es de la isla de java (indonesia) (Lesser, 2001), varios estudios han identificado que la especie *Varroa* es compleja, teniendo 18 diferentes variantes genéticas. La *Varroa destructor* se propaga con dos genotipos en *Apis mellifera* identificados como genotipo de corea el cual es considerado el más virulento (Anderson, 2000.); (Delaplane K. , 2001.).

#### 4.7.5 Morfología del ácaro

Se describe la morfología del acaro hembra y macho para entender bien que los diferencia el uno del otro.

#### **4.7.5.1 Morfología hembra**

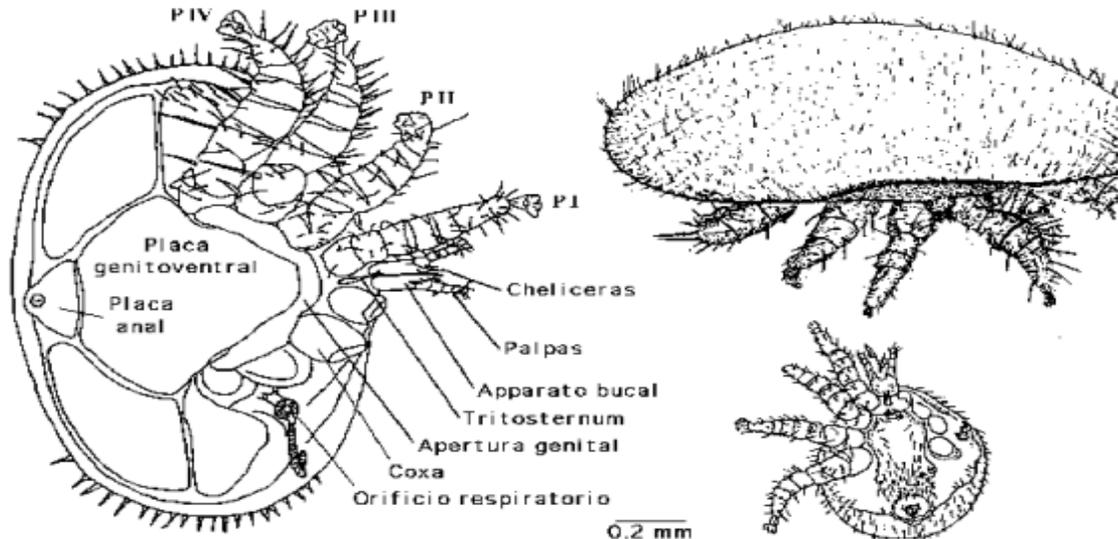
Estos ácaros presentan dimorfismo sexual. Es decir que la única forma de diferenciarlos es por su tamaño y forma que los constituye, De La Sota et al (2005). La hembra en su normalidad presenta una forma de escudo oval o elipsoidal, de coloración marrón-rojizo (Moreno E, 2004), el tamaño varía entre 1,2 mm de largo por 1,5 mm de ancho De La Sota et al (2005) , el cuerpo de la *Varroa* hembra está recubierto por vellos delgados que cumplen una función táctil y esto le permite fijarse a las abejas adultas cuando ellas vuelan o despegan De La Sota et al (2005). La superficie dorsal está muy bien esclerotizada y uniformemente recubierta de vellos, aunque las partes laterales se encuentran vellos de mayor tamaño tanto que se forman como espinas; tiene una estructura llamada quelíceros que se presenta con una forma de cuchillo, que le sirve o está adaptada para atravesar la cutícula de las abejas (Moreno E, 2004). Ya completando su morfología presentan 4 pares de patas gruesas y cortas donde sus tarsos finalizan en ventosas que son perfectamente adaptados para adherirse a la abeja (Moreno E, 2004); (Shimanuki & Knox, 2000.); De La Sota et al (2005), la hembra normalmente se encuentra sobre abejas adultas en desarrollo, mientras que los estados inmaduros se encuentran en las pupas operculadas (Moreno E, 2004).

#### **4.7.5.2 Morfología del macho**

Suele ser de menor tamaño a la hembra, es periforme con un largo aproximado de 750 a 900  $\mu$ m y un ancho de 700 a 900  $\mu$ m en su parte posterior (Fernandez & Coineau, 2002) (figura macho y hembra). Aunque algunas veces suele confundirse con la forma inmadura de la hembra (protoninfas y deutoninfas) (Neira M. , 1999,). Es poco esclerotizado, con excepción de sus patas que son bastantes oscuras, se localiza solo en el interior de las celdas de cría, no se alimenta ya que su función principal es fecundar y morir De la Sota et al (2005). Sus quelíceros no tiene forma de cuchillo como se encuentra en las hembras, estos son más en forma de tubo y están adaptados para transferir los espermatozoides dentro de las hembras (Moreno E, 2004).

Su característica de color es diferente a la hembra, ya que este es de color blanquecino grisáceo o amarillento De La Sota et al (2005) (Moreno E, 2004). La parte dorsal del cuerpo se encuentra una cantidad de pelos pequeños los cuales terminan en punta afilada; la parte ventral está ocupada por una placa central mal

definida hacia atrás y por una pequeña placa anal que tiene una forma triangular. (Fernandez & Coineau, 2002).



**Figura 4.** Identificación Macho y Hembra del Acaro *Varroa destructor* Vandame *et al* (1998).

#### 4.7.6 Reproducción

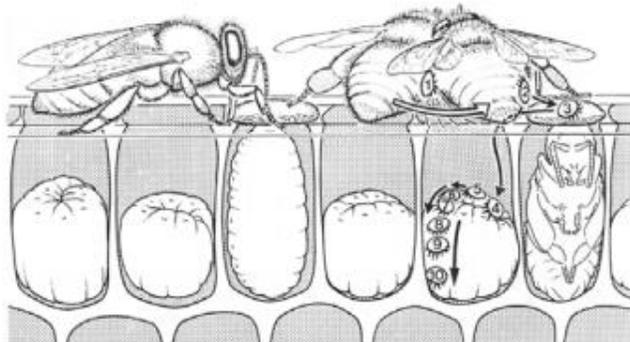
La reproducción de la Varroa concuerda con las etapas púpales de la metamorfosis de la abeja melífera que se realiza en la celda operculada de la obrera o del zángano. La hembra del acaro Varroa vive sobre la abeja obrera, zángano o reina adulta y mientras tanto no está en etapa reproductiva, en cambio los machos no pueden vivir fuera de la celda operculada (Moreno E, 2004). Según (Tlatenchi, 2011) la Varroa madre solo se reproduce en una celda de cría, normalmente después del periodo foretico. La entrada en la celda debe ocurrir exclusivamente a una edad de cría precisa, que constituye un punto crítico de la vida de la Varroa. Ya que si el acaro entra demasiado temprano sufre el riesgo de ser detectado y retirado por las abejas antes de la operculación y sí en cambio intenta entrar después de este proceso será un intento fallido debido a que la celda es herméticamente cerrada y por lo tanto no se puede entrar ni salir de esta, Vaquero *et al* (2010).

#### 4.7.7 Ciclo de vida *Varroa destructor*

Para el ciclo de la Varroa se presenta dos fases una es la fase foretica y la otra es la fase reproductiva; la primera fase solo se presenta en hembras maduras, que son las que se localizan sobre las abejas obreras y zánganos para así colonizar, y

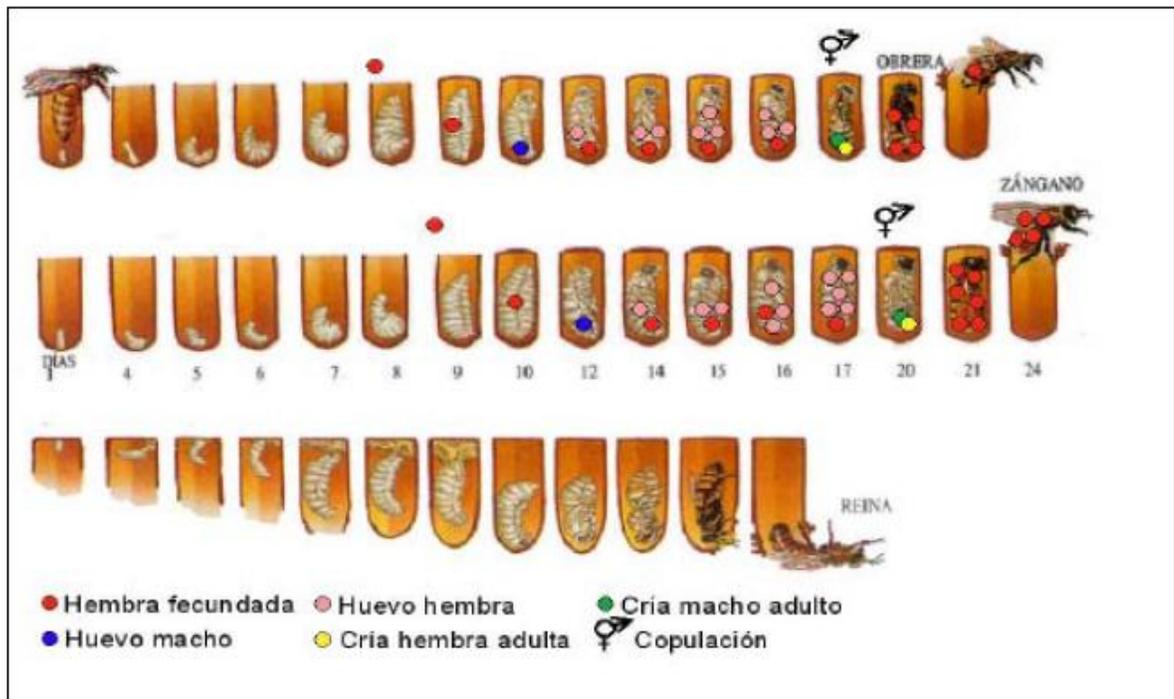
de esta manera también alimentarse de hemolinfa y durante este proceso vivir varios meses (Vera Pozo M. , 2008) , (Moreno E, 2004). El tiempo en que la fase foretica dura depende de variables como el clima o que la colmena tenga buena cría (Moreno E, 2004). Para su ciclo se conoce varias fases de la Varroa que dura entre siete y nueve días, momento importante para tener en cuenta en la lucha contra el parasito cuando se quiere realizar alguna acción (Vaquero, Vargas , & Plata, 2010). El primer huevo depositado en la secuencia es el macho, el resto de postura son hembras (Moreno E, 2004) Cuando la hembra es fecundada, abandona el cuerpo de la abeja adulta; dejándose caer en las celdas de cría teniendo predilección por la celda de los zánganos, la razón es por el tamaño de estos así como también que le permite que la postura sea mejor y más abundante, otra razón es que la temperatura de esta celda es baja y beneficia mejor el desarrollo del acaro; una vez dentro de la celdilla se alimentan de hemolinfa de las larvas y después de 2 a 3 días de la oclusión de las celdas comienza la ovoposición (Sag, ICA, & Pronagro, 2009). Se ha comprobado que las hembras fundadoras abren un pequeño orificio en la parte posterior y dorsal de la pre pupa de la abeja, llamado punto de alimentación (Moreno E, 2004).

Las fases que realiza el acaro para su colonización son el huevo, larva, protoninfa, deutoninfa y adulto (De La Sota, Bacci, & Senasa, 2005). La hembra deposita entre 3 a 7 huevos en la celda a intervalos de 30 horas entre uno y el otro aproximadamente, tiene una incubación de 24 horas (Sag, ICA, & Pronagro, 2009). Los huevos se encuentran en unas dimensiones entre 0,3 – 0,4 mm, son ovalados y blancos, con una fina membrana traslucida que permite ver el embrión, cuando nace eclosiona en una larva de 6 patas que dura 2 días de esta manera. De La Sota *et al* (2005); Una vez pasa los 2 días la larva pasa por dos estadios o fases ninfales una de estas es la protoninfa (ocho patas), su forma es esférica y de color blanco vítreo, Vaquero *et al* (2010), después de 48 horas cumplidas pasa por la siguiente fase deutoninfa que esta se caracteriza por ser ovalada, corta, ancha y de color pardo, estado que permanece 3 días más (Sag, ICA, & Pronagro, 2009), en cuando ya pasa por su última fase que es la adulta esta lista para la reproducción, anteriormente se habla de que el primer huevo era el macho y que su maduración sexual es más temprana, alcanzando a fecundar a todas las hembras que hay en la celda antes de que la abeja eclosiona, De La Sota *et al* (2005), los ácaros se fecundan en la misma celda, pero si solo ha ingresado una hembra, la fecundación se produce entre hermanos, aunque si ingresa más de una hembra puede existir un proceso que se llama exocria (Moreno E, 2004), posteriormente que pasa todo este proceso el macho muere por inanición debido a que sus quelíceros sirven exclusivamente para transmisión de la esperma impidiendo que este se alimente durante su corta vida. Las hembras que fueron fecundadas almacenan la esperma en la esperma teca y salen de la celda y duran entre 4 a 13 días sobre la abeja vuelven y caen para comenzar el ciclo nuevamente aunque hay reportes de que pueden duran en la colmena de 2 a 8 meses, De La Sota *et al* (2005), (Vera Pozo M. , 2008).Para observar este ciclo se presenta la siguiente figura.



**Figura 5.** Proceso de entrada en la celda de *Varroa destructor* hembra fundadora Vandame *et al* (1998).

### Ingreso de la Varroa a las celdillas



**Figura 6. Ciclo de vida de *Varroa destructor*.**

Fuente: Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias (2005).

Según (Vera Pozo M. , 2008) es importante señalar que durante la parasitación de la Varroa esta disminuye la concentración proteica de la hemolinfa en el estado pupal de la abeja provocando que la vida del insecto disminuya drásticamente, también uno de los factores que provoca que la atracción del acaro ocurra en *Apis*

*mellifera* son las feromonas que son emitidas durante su estado de pupa. Vandame *et al* (1998), (Neira, 2006) indican que la hembra Varroa puede producir hasta 7 ciclos reproductivos aproximadamente dependiendo de las variables ya sea artificial o natural, los factores que influyen en esta reproducción son la temperatura y la humedad relativa que generan las condiciones para el ciclo reproductivo.

#### **4.7.8 Signos**

Sus efectos son variados y llegan a confundir al apicultor porque cuando la parasitosis es baja es imperceptible, ya que los ácaros no se dejan identificar con facilidad, uno de los factores para identificar es el estado de la colmena, la temperatura y la densidad de población dentro de ella. Conforme empieza la enfermedad no se nota mucho, con el tiempo se baja la producción de miel o polen, unas de las señales es cuando se observa ácaros en los zánganos jóvenes o en la celda de cría de ellos, ya que es mejor para su reproducción por el espacio y la temperatura que necesitan para ejercer este proceso biológico ( Barrios R, 2012); con el tiempo los ácaros se pueden ver a simple vista sobre la abeja y en la colmena misma causando los siguientes síntomas:

- Afectaciones como malformaciones de las alas, patas y abdomen a tal punto que se llega a considerar que es otra enfermedad como acariosis, parálisis aguda o loque (Popa, 1982), (Moreno E, 2004).
- Las abejas que están con el acaro, normalmente frotan sus patas, cabeza y tórax contra la celdilla es uno de los síntomas comunes que se observan en los cuadros (De La Sota, Bacci, & Senasa, 2005).
- Las reinas disminuye la postura. (Popa, 1982)
- Su longevidad, tamaño y peso tanto de las obreras y los zánganos se ve afectada y este efecto se ve en el vuelo o de mantenerse en equilibrio. (Popa, 1982), (OIE, 2004).
- Su capacidad sexual se reduce a tal punto que desaparece generando que la colmena disminuya su colonia. (Popa, 1982)
- Disminución en la producción de jalea real, miel y polen, Vaquero *et al* (2010).

#### **4.7.9 Daños provocados**

Cuando la Varroa perfora el cuerpo de la abeja con su aparato bucal para succionar la hemolinfa de la abeja, el acaro inyecta un anticoagulante y permite también la entrada de otra clase de patógenos que causen más daño a la colmena como son enfermedades virales o bacterianas, Vandame *et al* (1998). Según, De La Sota *et al* (2005), una de las consecuencias que genera este parásito es el desasosiego y alteración del movimiento, se disminuyen las proteínas y hematocitos sanguíneos generando anemia y causando la muerte de las abejas,

hay también una degeneración del cuerpo graso que es importante para su metabolismo, al disminuir su inmunidad están expuestas a bacterias, hongos y virus. Uno de los virus que son transmitidos por el acaro es la parálisis aguda (APV) aunque para que su efecto sea fuerte la colmena tiene que estar infestada en un porcentaje alto, Bakondi *et al* (2002), los mismos autores indican que el acaro actúa como vector y/o activador del virus cuando está en su forma latente en las abejas melíferas, pero no solo eso puede generar la activación de otros virus como el de las alas deformes (DWV) o el de parálisis crónica (CPV). (Fernandez & Coineau, 2002).

Según, De La Sota *et al* (2005), el acaro puede transportar esporas fúngicas de *Ascosphaera apis massen ex clausen* y diseminarlas en la colmena de manera descomunal provocando el desequilibrio y debilitamiento en la colmena.

Según (Castillo, 1992.) La abejas reduce en un 50% su posibilidad de vida cuando esta parasitada, cada abejas que tiene este acaro pierde aproximadamente el 10% de su peso y sufre una disminución de proteínas del 60%. Cuando una celda de cría contiene más de 5 ácaros las abejas muere a los pocos días de nacer porque se le han consumido mucha la hemolinfa y proteínas para sobrevivir.

#### **4.7.10 Mecanismos de defensa de la abeja contra la Varroa**

Uno de los mecanismos defensivos es bien conocido como grooming o acicalamiento el cual es un comportamiento de casi todo ser vivo, este mecanismo hace que la abejas ataquen a la Varroa que tiene adheridas utilizando sus patas, mandíbulas o movimientos como lo es mordiéndola, dañándola y quitándosela de encima con la forma frotar con otra superficie también llamado auto-grooming (Correa B & Guzmán N, 1996), Vaquero *et al* (2010), ( Barrios R, 2012).

(Zanabria Q, 2004) En su tesis sobre Evaluación participativa de líneas de abejas *Apis mellifera* europeas cruzadas con africanizadas en Chiapas y Guatemala, reporta una investigación que está basada en la importación de 5 líneas de abejas *Apis mellifera* europeas de las razas: Rusa, Higiénica, MS, SMR, Comerciales y el manejo de una línea nativa de *Apis mellifera* africanizada que sirvió de parámetro de comparación (testigo). Cada línea importada contó con 3 familias diferentes iniciales, para lo cual distribuyeron e introdujeron reinas hijas en diferentes apiarios para la fecundación natural implementando el vuelo nupcial del zángano africanizado obteniéndose así una generación F1. Las colmenas formadas por esta fecundación portaron un 50% de genes africanizados y un 50% genes europeos, para reportar la infestación de Varroa fue necesario utilizar el método de, De Jong *et al* (1990), en el cual se contabiliza el número de ácaros de cada una de las muestras tomadas en campo.

Con esto el grado del índice de resistencia fue bueno en la línea MS (cruza de Higiénica x SMR) resultados esperados ya que esta línea es producto del

cruzamiento de la línea SMR que es la que impide la reproducción de ácaros y las Higiénicas que remueven pupas parasitadas o enfermas. Posteriormente la línea SMR, teniendo en cuenta sus características anteriormente mencionadas, las más afectadas fueron las Higiénicas y Rusas al tener el índice mayor de aumento de *Varroa destructor* ( Barrios R, 2012)

#### 4.7.11 Diagnóstico de la enfermedad

Para determinar la cuantificación de *Varroa* es posible realizarlo por diagnóstico en cría o por el diagnóstico en abejas adultas. El diagnóstico en cría consiste en desopercular entre 50 a 100 celdas de cría de zánganos o de obreras aunque preferible de zánganos, De La Sota *et al* (2005), se saca la larva con una pinza o forzando la caída de la larva para extraerla bien, se visualiza en un estereoscopio la pupa y se procede a buscar las características de la *Varroa* hasta encontrarlo o al contrario.

El diagnóstico de las abejas adultas es mucho más sencillo y económico para el apicultor, De La Sota *et al* (2005) es una de las técnicas más confiables para detectar ácaros de *Varroa* indicada por De Jong, De Jong *et al* (1990) y quizá uno de los más utilizados en la valoración de *Varroa* Aunque según (Moreno E, 2004) es mejor realizar ambas técnicas ya que se tiene un mejor resultado y una mayor certeza sobre el problema de infestación en la zona.

La fórmula para determinar el porcentaje de infestación de *Varroa* se muestra a continuación:

Vaquero *et al* (2010), De La Sota *et al* (2005) .

$\% \text{ infestación} = (\text{N}^\circ \text{ de ácaros recolectados} / \text{N}^\circ \text{ de abejas en la muestra}) \times 100$

Como lo indica, De Jong *et al* (1990), citado por (Vera Pozo M. , 2008), para que los niveles de infestación de *Varroa* alcancen niveles muy altos requiere de meses incluso años empezando por la infestación inicial, aunque la raza, el manejo y los factores ambientales que se utilicen juegan un papel importante para prevenir la progresión y estabilizar la parasitosis.

El nivel de infestación, según recomendaciones del SAG, debe mantenerse bajo un 3%, siendo necesario tomar medidas de control si dicho nivel se eleva por sobre el 10%, (OIE, 2004) Si se realiza algún tipo de tratamiento o control, lo ideal es realizarlo de la forma más natural , sin tener que implementar pesticidas o acaricidas aunque en el mundo se usa solo químicos para poder controlar el problema que afecta a toda la apicultura mundial (Vera Pozo M. , 2008), (OIE, 2004).

#### 4.7.12 Métodos de control

Existen diversos tratamientos diseñados para reducir los daños provocados por el acaro *Varroa destructor* entre los que sobresalen el tratamiento químico y el control alternativo. Entre los métodos químicos desarrollados se encuentran diferentes tipos de acaricidas, los cuales están compuestos por fluvalinato, flumetrina, amitraz y coumaphos. Sin embargo algunos productos químicos son tóxicos para las abejas y para el apicultor, así como también se corre el riesgo de contaminar la miel y la cera de la colonia tratada. Por otro lado se encuentra el control biológico este busca la remoción continua, cambios de reina para mejorar la genética y fortalecer la inmunidad, tratamientos artesanales, y algunos tratamientos alternativos en los que se emplean sustancias como ácidos orgánicos y componentes de aceites volátiles como el timol, eucalipto, mentol entre muchos más (Vera Pozo M. , 2008). Ya que es una enfermedad mundial es necesario diseñar una plan de control en cada región o país, ya que el acaro se adapta a tantas diferencias climáticas las cuales están ligadas a la reproducción de las colmenas, en el momento lo único que ha funcionado es el control que se realiza a las colmenas para determinar el nivel de infestación, De La Sota *et al* (2005).

En cuanto a los productos químicos utilizados para el control del ácaro, la pérdida de la eficacia o el mal uso de estos productos, según, Rodríguez *et al* (2005), ha generado una resistencia a algunos de los acaricidas, debido a la mala aplicación o al uso continuo de estos, como sucedido en Italia, Francia, Bélgica, estados Unidos y México. Esto ha generado una gran controversia en cuanto a la resistencia del acaro ya que a pesar de la aplicación de los químicos, el acaro continua con su ciclo normal de reproducción y la descendencia desarrolla una inmunidad a estos compuestos químicos debido a un patrón genético que obtienen a través del tiempo (Vera Pozo M. , 2008). Una de las soluciones que han planteado varios autores es la selección de líneas genéticas en abejas que hayan mostrado resistencia o tolerancia a la Varroa, algunos estudios señalan que esta característica es heredable entre las abejas y se denomina como la supresión de reproducción del acaro (SMR) (Moreno E, 2004), Vaquero *et al* (2010), (Vera Pozo M. , 2008).

## 5. MATERIALES Y METODOS

### 5.1 Población y tamaño de muestra.

La población objeto de esta investigación corresponde a colmenas de *Apis mellifera* ubicadas en los departamentos de Magdalena, Sucre y Boyacá, representadas en las organizaciones de productores más importantes de cada departamento. El número de colmenas por cada organización se presenta a continuación en la Tabla 2.

**TABLA 2. NUMERO COLMENAS REPORTADAS EN LAS ASOCIACIONES INVOLUCRADOS EN EL ESTUDIO.**

DEPARTAMENTO	ASOCIACION BENEFICIARIA	No. DE COLMENAS REPOTADAS	% DE COLMENAS
Boyacá	Asociación de Apicultores y Criadores de Abejas de Boyacá ASOAPIBOY	1.000	18.51
Magdalena	Asociación de Apicultores Conservacionistas de la Sierra Nevada de Santa Marta APISIERRA	1.400	25.93
Sucre	Asociación Rural de Productores Apícolas ARPA	3.200	55.56
Total		5.400	100

Nota: El número de colmenas corresponde al reportado por los presidentes de las organizaciones.  
Fuente: Elaboración propia, 2015

Para determinar el número de colmenas a muestrear se utilizó la plataforma Working in Epidemiology - Win Epi ([www.winepi.org](http://www.winepi.org)) desarrollada por la universidad de Zaragoza. Con base en el procedimiento en Win Epi, se eligió el cálculo de muestra para **Detección de enfermedad** que se fundamenta en la detección de individuos infectados dentro de una población de número conocido o estimados según el siguiente marco teórico:

*“En ocasiones resulta necesario conocer si existe algún individuo infectado (o enfermo) en una población, de forma que consideraremos que una población está infectada cuando al menos haya d individuos infectados (enfermos). El valor del parámetro d está fijado por el investigador, y puede considerarse como un nivel de detección. En enfermedades graves d se lleva al mínimo valor posible, es decir, se establece en 1.*

*El tamaño de muestra necesario para determinar si una población está infectada o no, depende de las siguientes variables:*

- **NC:** el nivel de confianza deseado (normalmente se establece como 95%)
- **N:** el tamaño de la población
- **d:** el número de individuos infectados (enfermos) que esperamos que existan en la población
- **P:** la prevalencia mínima esperada (en lugar del número de individuos infectados esperados)”

El programa calcula el tamaño de muestra con base en la fórmula:

$$n = \left[ 1 - (1 - IC)^{1/d} \right] \left[ N - \frac{D - 1}{2} \right]$$

Dónde:

IC: Intervalo de confianza

D= Número de animales enfermos en la población

D=N. Prevalencia mínima esperada

N= Tamaño de la población

El primer cálculo se refiere al número total de colmenas que deben muestrearse en el estudio teniendo en cuenta que la población es el número de colmenas que existen en cada departamento reportado por las asociaciones que participan en el programa estratégico en la Tabla 1.

Para determinar el tamaño de muestra en cada uno de los departamentos se seleccionó un NC del 97% y una P (en lugar de d) del 2%. El objetivo es determinar el tamaño de muestra mínimo necesario para detectar una enfermedad (infección) en una población. A continuación en la Tabla 2, se presentan los parámetros obtenidos para la definición del tamaño de muestra en cada una de los departamentos vinculados al proyecto.

**TABLA 3. DETERMINACIÓN DEL NÚMERO DE COLMENAS MÍNIMO NECESARIO PARA DETECTAR UNA ENFERMEDAD EN CADA DEPARTAMENTO**

Departamento	N. Confianza	N	P. Mínima Esperada	N. Infectados a Detectar	n	%
Boyacá	97%	1.000	2%	20	164	16%
Magdalena	97%	1.400	2%	28	164	11.71%
Sucre	97%	3.200	2%	64	169	5.28%

N=Numero, P=Prevalencia, N=Población total, n=Tamaño de muestra necesario  
Fuente: Elaboración propia, 2015

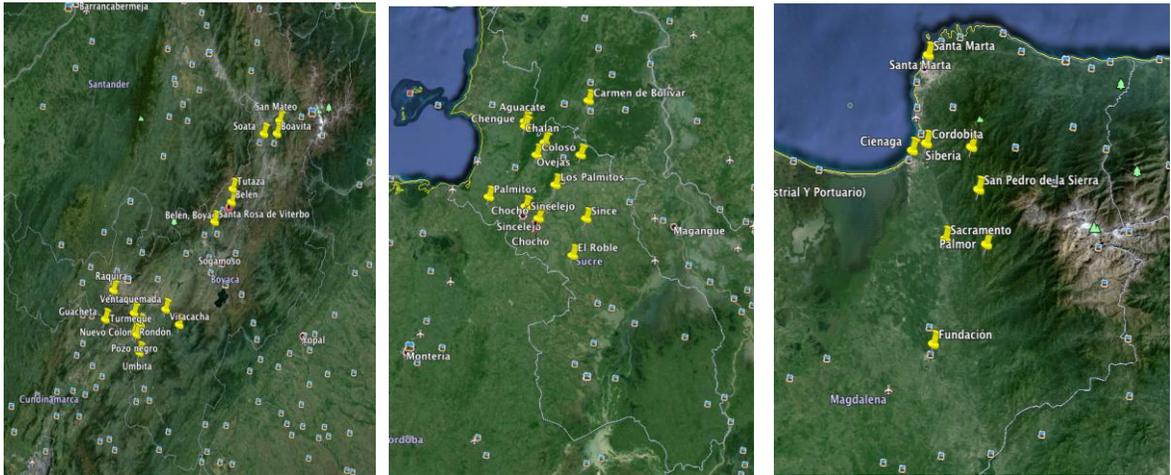
De acuerdo a la metodología propuesta el número mínimo de colmenas definido para establecer la presencia de enfermedades en los tres departamentos es 493 que corresponden al 9,1% de la población total estimada.

### 5.1.1 Localización del área del estudio.

El estudio se desarrolló en los departamentos de Magdalena, Sucre y Boyacá. La distribución de los apiarios muestreados en cada departamento se realizó de forma proporcional a la participación de cada municipio en el departamento de este modo en total colectaron muestras de 491 colmenas procedentes de 27 municipios, en la Figura.7 se presenta el mapa de los municipios que aportaron muestras.

**Figura 7. Localización de las áreas de estudio.**

Departamento de Boyacá Colmenas: 164 Municipios: 12	Departamento de Sucre Colmenas: 169 Municipios: 9	Departamento de Magdalena Colmenas: 164 Municipios: 6
---	---	---



Fuente: Elaboración propia en programa Google Maps

### 5.1.2 Recolección de muestras

Las colmenas muestreadas en cada Apiario se determinaron de forma aleatoria, de modo que cada colmena tenía la misma probabilidad de ser seleccionada. Para la toma de muestra se utilizaron frascos de plástico con 40 ml de alcohol al 96% previamente rotulado con el código asignado para cada colmena y apiario.

En campo se tomó una muestra representativa de abejas adultas que se vaciaron en el frasco con alcohol. Las abejas se extraían de uno a diez panales por colmena, teniendo precaución de no incluir a la reina.

Posterior a la colecta de la muestra se marcaba la colmena con un rotulo plástico que permitía posteriormente relacionarla con su respectivo resultado Figura 8.

Las muestras fueron transportadas en alcohol hasta el Laboratorio de Microbiología y diagnóstico de la Universidad Nacional de Colombia donde se realizó su procesamiento.

**Figura 8.** Toma de muestras en campo.



Fuente: Calle & Portes, 2014.

## 5.2 Valoración de parásitos

Los parásitos valorados en el estudio fueron *Acarapis woodi*, *Nosema apis*, y *Varroa destructor*, a continuación se describe la técnica de valoración para cada caso.

### 5.2.1 *Varroa destructor*

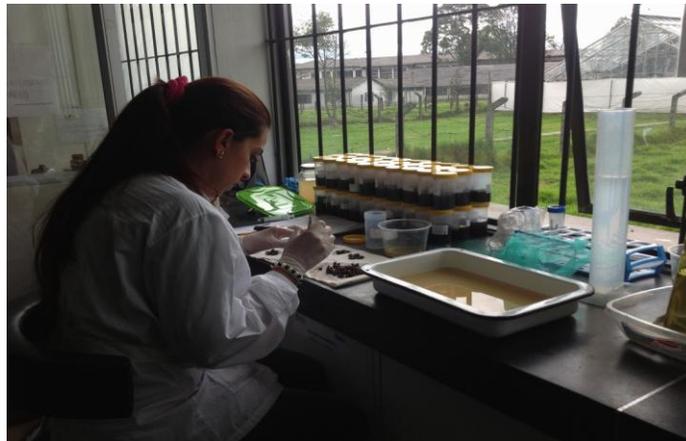
El diagnóstico de *Varroa destructor* se hizo por medio de una adaptación del método propuesto por De Jong (1982) que consistió en tomar alrededor de 200

abejas adultas en alcohol etílico al 96%, posteriormente el contenido del frasco era vertido en una maya con aberturas que permitían el paso de las Varroas pero impedían el paso de las abejas. La malla posteriormente era sumergida en una cubeta de poca profundidad con el fin de desprender las Varroas y se retiraba la malla con las abejas. Luego de este proceso se contaban las Varroas desprendidas y el número total de abejas, lo que permitía determinar el porcentaje de infestación con la siguiente fórmula.

$$\% \text{ de infestación} = \frac{\text{Numero de ácaros}}{\text{Numero de abejas}} \times 100$$

Los ácaros fueron identificados por su morfología lo que permitió diferenciarlos de otros parásitos como *Tropilaelaps* o la *Braula coeca*, en la Figura 9 se presenta el montaje efectuado para la valoración del ácaro.

**Figura 9.** Proceso para la identificación del ácaro *Varroa destructor*.



Fuente: Calle & Portes, 2014.

### **5.2.2 *Acarapis woodi***

Se realizó la disección de tráqueas descrito en el manual de la OIE para el cual se toman 30 abejas por muestra; el procedimiento consiste en tomar las abejas, cortar el abdomen dejando solamente el tórax el cual se fija en una base y se procede a quitar la cabeza y las patas delanteras utilizando unas pequeñas pinzas y así eliminar el collar que rodea la abertura del cuello para exponer la tráquea y finalmente se analizan individualmente las abejas en un microscopio estereoscopio, para una mejor claridad en el momento de la observación se agregó una gota de ácido láctico la cual posee la función de aclarar las masas

musculares y las tráqueas, de modo que si no hay ácaros las tráqueas se muestran limpias transparentes, pero de lo contrario si la muestra es positiva la tráquea se torna de un color café oscuro (Morales Morales , 1985). La presencia de *Acarapis* en las muestras con coloración positivas se confirmó retirando la tráquea y observando la morfología del ácaro en un microscopio (Figura 10).

**Figura 10.** **A** Análisis de las muestras en el laboratorio, **B** Disección de abeja para diagnóstico de *Acarapis woodi*, **C** Exposición de tráquea de la abeja en microscopio con la presencia del acaro *Acarapis woodi*



Fuente: Calle & Portes. 2014

De acuerdo al método descrito por el manual de la OIE sobre animales terrestres 2004, se tomaron 30 abejas por colmena para un total de 14.730 disecciones individuales.

### 5.2.3 *Nosema spp*

Para el diagnóstico de *Nosema sp*, se realizó por el método descrito por Catwell (1970) en el cual se toman 30 abejas adultas por submuestra al azar sin embargo en este estudio se tomaron 60 abejas adultas para poder tener una mayor veracidad en los resultados, para esto se realizó el siguiente procedimiento: a cada abeja se le retiraba el abdomen y se conformaban pools de 30 abejas de la misma colonia, cada pool dispuesto en una bolsa plástica de cierre hermético con 15 ml de agua destilada y se maceraron con un rodillo, posteriormente se homogenizaba el contenido y se agregaron 3 gotas de Nigrosina para facilitar la observación de esporas. Después de obtener el producto se toman dos gotas con pipetas de pasteur de 1ml y se colocan en una cámara de Neubauer la cual permite la observación y el conteo de las esporas en caso de que se presente

muestras positivas; el análisis se hizo en un microscopio óptico a 40X y al 100X (Figura 11).

**Figura 11.** Proceso para el diagnóstico del microsporidio *Nosema spp.*



Fuente: Calle, S. 2015

El número de esporas se determinó mediante conteo directo con la fórmula:

$$\text{Concentración} = \text{No. Esporas} \times 10.000 / \text{No. Cuadros}$$

El dato reportado corresponde al promedio de los dos pools por muestra recolectada.

### **5.3. Selección de parentales con características sanitarias superiores**

La selección de parentales se realizó priorizando los resultados obtenidos por el % IVA, de este modo los resultados fueron divididos en cuartiles y se seleccionaron los parentales que se ubicaron en el primer cuartil, posteriormente se efectuó un segundo filtro retirando de las colmenas que presentaron resultados positivos para *Nosema spp* y *Acarapis woodi*.

## **6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

## 6.1 RESULTADOS

Se analizaron un total 491 muestras de abejas adultas, en los tres Departamentos incluidos en el estudio, correspondientes a las organizaciones de productores ASOAPIBOY, APISIERRA y ARPA. En la Tabla 4 se resume el muestreo efectuado.

**Tabla 4.** Resumen del total de las muestras colectadas de cada uno de los municipios de los Departamentos seleccionados para el estudio.

<b>Departamento/Municipio</b>	<b>TOTAL</b>
<b>Boyacá</b>	<b>165</b>
Belem	15
Boavita	4
Guacheta	42
Rondón	10
San Mateo	12
Soata	4
Sta. Rosa de Vitelmo	10
Turmeque	12
Tutauza	20
Umbita	5
Venta quemada	1
Viracacha	30
<b>Magdalena</b>	<b>157</b>
Ciénaga	8
Fundación	49
Palmor	38
San pedro	12
Santa Marta	19
Siberia	31
<b>Sucre</b>	<b>169</b>
Carmen de Bolívar	24
Coloso	15
El Roble	16
Ovejas	62

Palmitos	13
Roble	5
San Marcos	25
Sincé	4
Sincelejo	5
<b>TOTAL GENERAL</b>	<b>491</b>

Fuente: Elaboración propia, 2015.

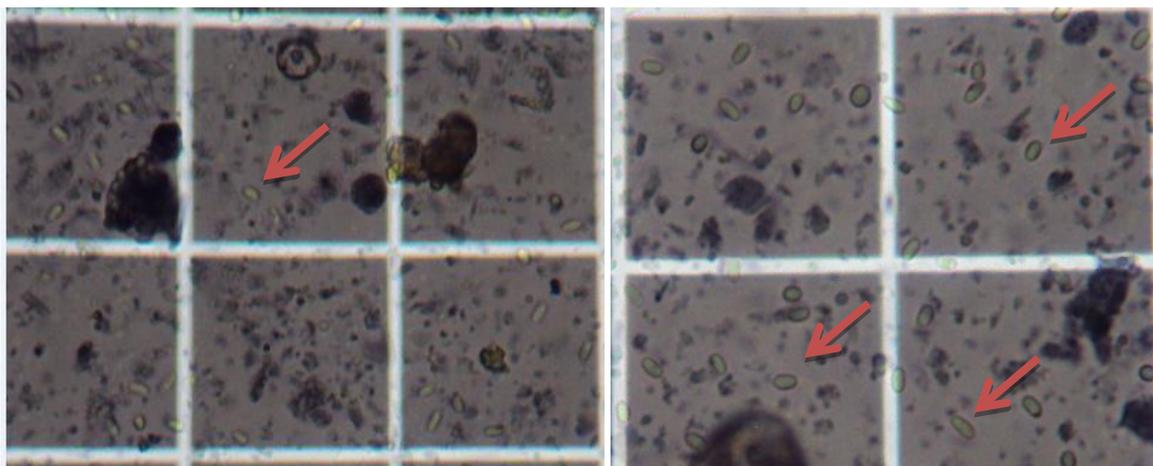
Los productores que aportaron muestras fueron indagados en cuanto al uso de sustancias químicas o biológicas para el tratamiento de enfermedades apícolas, para la totalidad de los casos (100%) reportaron que NO utilizaban ningún tipo de tratamientos.

A continuación se presentan los resultados obtenidos por cada parásito incluido en el estudio.

## 6.2 *Nosema spp*

El trabajo desarrollado permitió identificar por primera vez en el país la presencia de *Nosema spp* posterior al proceso de africanización. (Figura 12)

**Figura 12.** Presencia del Microsporidio *Nosema spp*, en las dos imágenes se observa la espora la cual está señalada por las flechas.

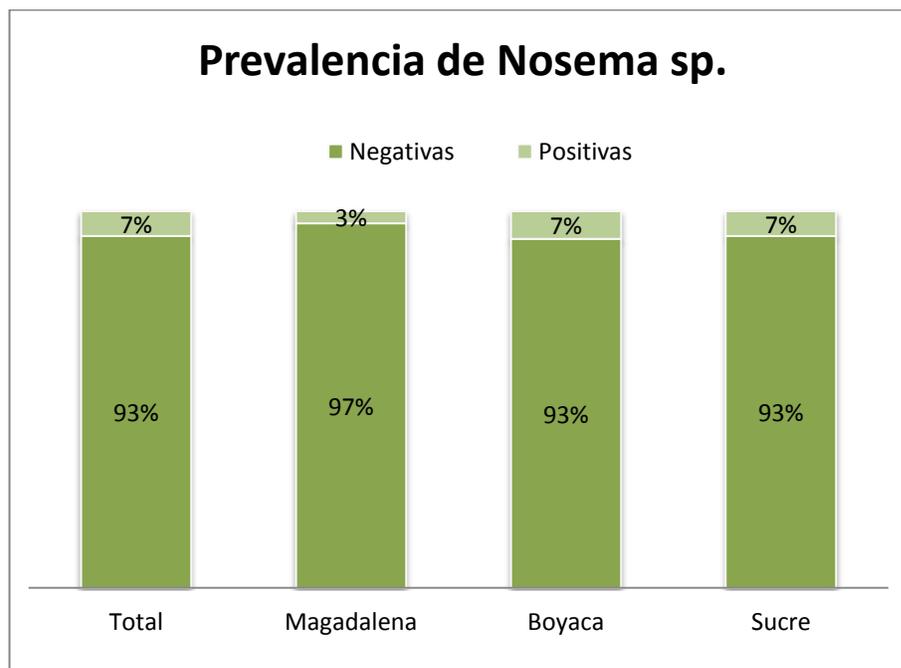


Fuente: Calle & Portes, 2015.

El microsporidio estuvo presente en los tres departamentos, sin embargo los niveles de prevalencia fueron bajos, de este modo para el departamento de Boyacá, en el cual se analizaron 164 muestras 12 resultaron positivas; en tanto que en el Departamento de Magdalena se analizaron 164 muestras de las cuales

5 fueron positivas y para el departamento de Sucre se analizaron 169 muestras las cuales 11 presentaron el parásito (Figura 13).

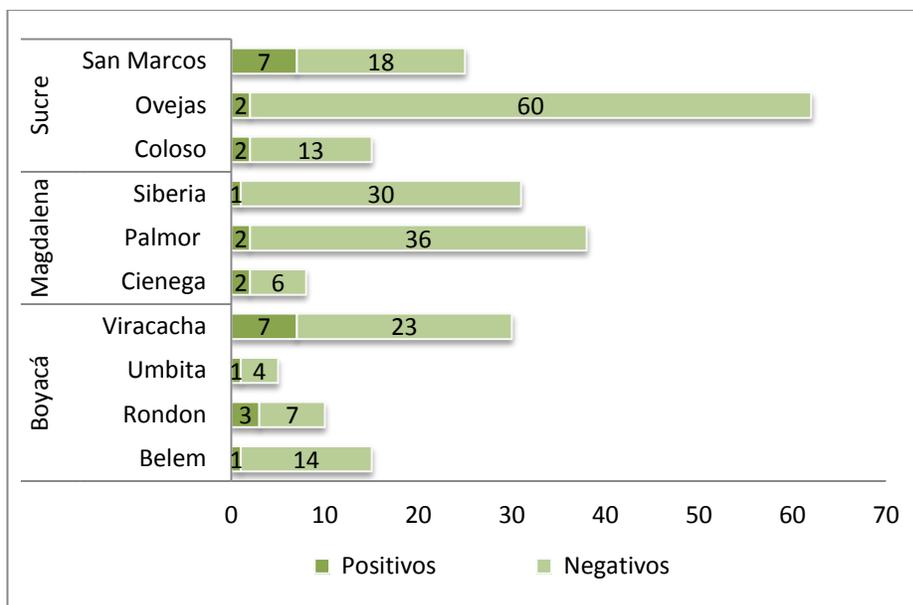
**Figura 13.** Prevalencia del Microsporidio *Nosema sp* en los tres Departamentos valorados.



Fuente: Elaboración propia, 2015.

Al analizar los resultados a nivel departamental se encontró que para el caso de Boyacá, de los 12 municipios muestreados el parásito estuvo presente en 4 equivalentes al 30%, para Magdalena de los 6 municipios valorados se encontró en 3 equivalentes al 50% y para el caso de Sucre de 9 municipios valorados estuvo presente en 3 equivalentes al 33% (Figura 14).

**Figura 14.** Prevalencia del Microsporidio *Nosema sp* en colmenas de abejas africanizadas de los municipios pertenecientes a los departamentos de Boyacá, Magdalena y Sucre.



Fuente: Elaboración propia, 2015.

En cuanto al nivel de infección de las colmenas muestreadas que resultaron positivas, de los 28 casos solo 3 colmenas procedentes del departamento de Boyacá se encontraron en un nivel de infección alto superior a un millón de esporas, los restantes 25 casos positivos presentaron un nivel de infección bajo inferior a las 500.000 esporas, en la (Tabla 5) se presenta el promedio de esporas en los casos positivos de cada departamento y los respectivos valores máximos y mínimos.

**Tabla 5** Promedio de esporas de las 28 muestras positivas de *Nosema spp* en los tres departamentos valorados.

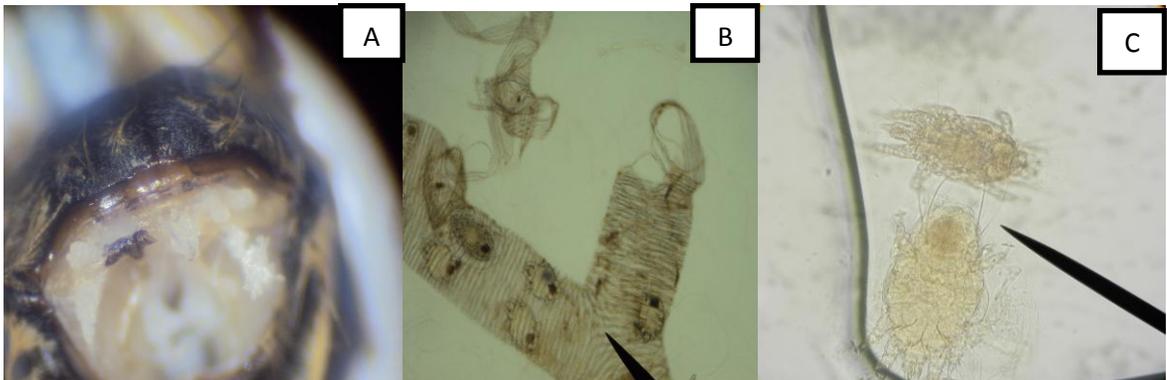
DEPARTAMENTO	̄ ESPORAS	MÁXIMO	MÍNIMO
Boyacá	519.271	2.663.125	22.500
Magdalena	68.125	94.375	33.125
Sucre	24.602	43.750	3.125

Fuente: Elaboración propia, 2015

### 6.3 *Acarapis woodi*

Del total de muestras analizadas 6 equivalentes al 1.22% presentaron el parásito *Acarapis woodi*, dichos positivos se concentraron exclusivamente en el departamento de Boyacá y corresponden al 3.6% de las colmenas valoradas en el departamento. De los casos positivos 5 fueron identificados en el municipio de Rondón y uno en el Municipio de Viracacha, los restantes 10 municipios estuvieron libres del ácaro. Los reportes de *Acarapis* son los primeros generados en el país posterior al proceso de africanización ocurrido a partir de los años 70, en la Figura 15 se muestran el proceso de verificación de un caso positivo (Figura 15).

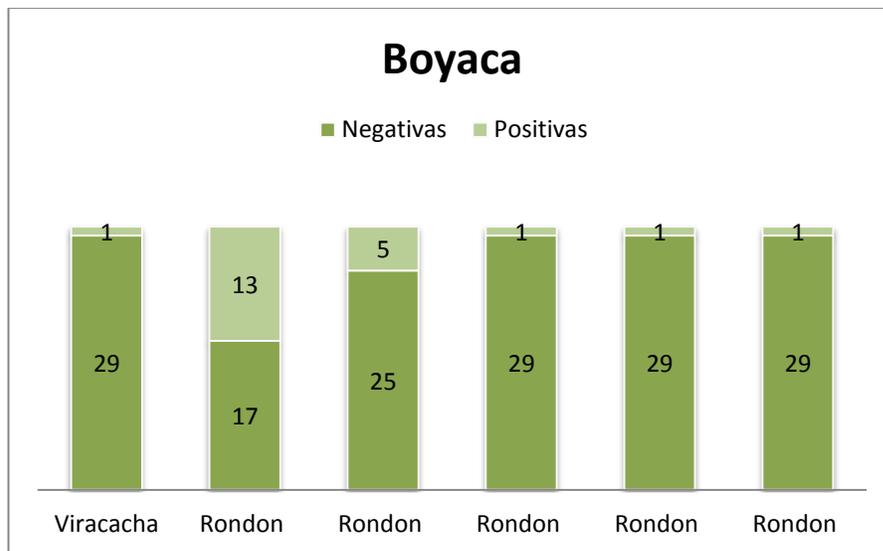
**Figura 15.** En la imagen **A** se aprecia la disección de una abeja en la cual se reconocen las tráqueas con la presencia del acaro, en la imagen **B** se muestra una de las dos tráqueas que fue extraída para análisis en microscopio óptico en resolución de 40X y en la imagen **C** se reconoce el macho y la hembra del acaro *Acarapis woodi*.



Fuente: Calle & Portes, 2015.

De las 6 muestras positivas para *Acarapis woodi*, 4 presentaron el ácaro solo en una de las 30 abejas valoradas lo que corresponde a un nivel de infestación del 3.3%, una muestra presentó el ácaro en el 16% de las abejas y una muestra lo tuvo en el 43% que correspondió al valor de infestación máximo encontrado en este estudio. De las 6 muestras positivas 5 presentaron el parásito exclusivamente en una de las tráqueas y solo 1 caso presentó abejas con el ácaro en ambas tráqueas, los resultados de cada muestra valorada se presentan en la (Figura 16)

**Figura 16.** Resultados de las muestras con presencia del acaro *Acarapis woodi* de los Municipios de Viracacha y Rondón del departamento de Boyacá

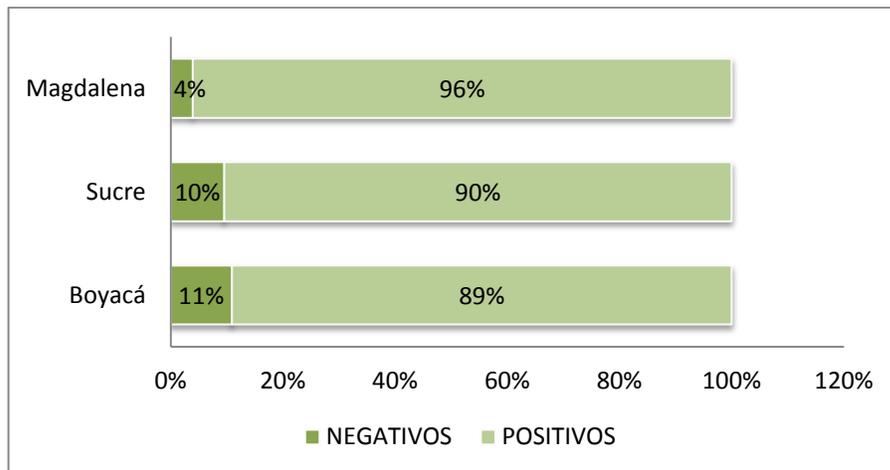


Fuente: Elaboración propia, 2015.

#### 6.4 *Varroa destructor*

El ácaro *Varroa destructor* estuvo presente en todos los departamentos incluidos en el estudio y se distribuyó igualmente en todos los municipios valorados, no obstante se encontraron colmenas sin presencia del ácaro como se muestra a continuación en la Figura 17.

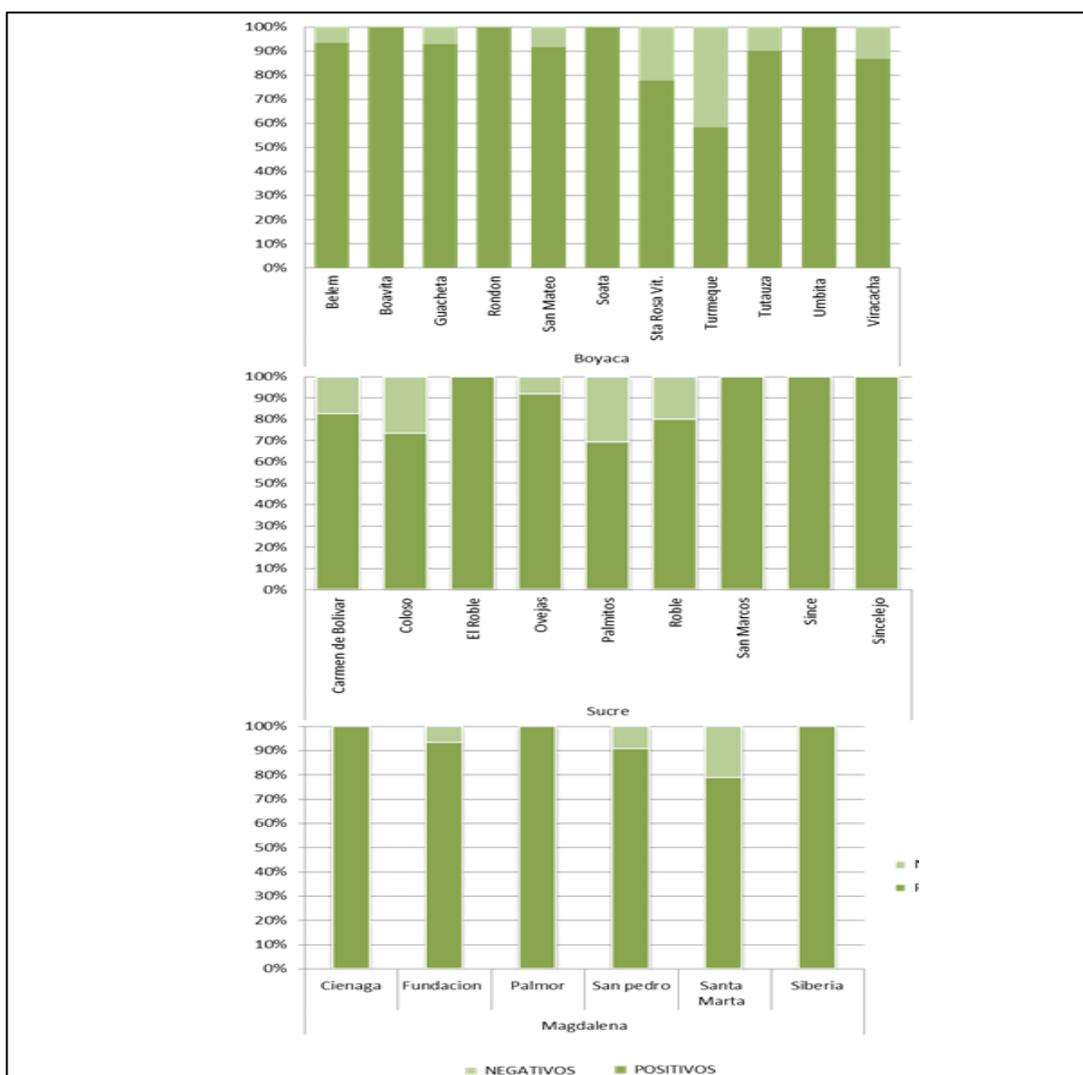
**Figura 17** Presencia del acaro *Varroa destructor* en los departamentos de Magdalena, Boyacá y Sucre.



**Fuente:** Elaboración propia, 2015.

A nivel departamental para el caso del departamento Boyacá la presencia del ácaro se movió entre el 58% y el 100% de las colmenas evaluadas como se observa en la Figura 18, para los municipios del departamento de Sucre el porcentaje de colmenas positivas se movió entre el 69% y el 100%, y para los municipios valorados en el departamento de Magdalena los porcentajes se movieron entre el 79% y el 100%, en la Figura 18, se presentan los resultados por cada municipio.

**Figura 18** Resultados de la prevalencia del acaro *Varroa destructor* en los municipios que participaron en el estudio de los departamentos de Boyacá, Sucre y Magdalena.



**Fuente:** Elaboración propia, 2015.

**Nota:** Se excluyó el municipio de Ventaquemada (Boyacá) dado que solo cuenta con una muestra.

En cuanto al nivel de infestación los departamentos de Sucre y Boyacá mostraron un %IVA promedio inferior al 5%, en tanto que el departamento de Magdalena supero levemente el %IVA de 6% como se presenta en la Tabla 6.

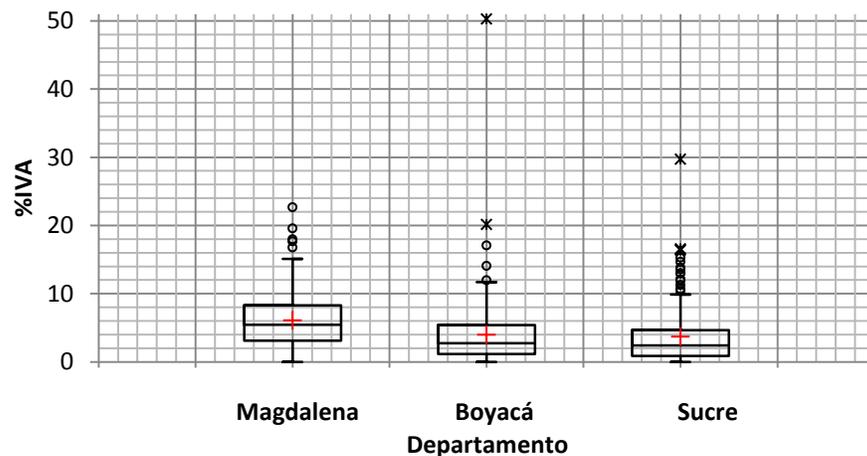
**Tabla 6.** Niveles de infestación del acaro *Varroa destructor* en los departamentos de Boyacá, Sucre y Magdalena.

DEPARTAMENTO	PROMEDIO %IVA	D. ESTANDAR	MÁXIMO	MÍNIMO
Boyacá	3,993	5,080	50,3	0
Sucre	3,719	4,182	29,74	0
Magdalena	6,106	4,213	22,7	0

Fuente: Elaboración propia, 2015.

A partir de los resultados obtenidos en cuanto a %IVA, se elaboró un Boxplot en el cual se evidencia que al agregar los tres primeros cuartiles (75% de las observaciones) las colmenas se encuentran con %IVA por debajo del 15% para el Departamento de Magdalena, por debajo del 11% para el departamento de Boyacá y por debajo del 10% para el departamento de Sucre, también se estableció en los tres departamentos se encontraron muestras con niveles de infestación de 0, así mismo se identifican colmenas con valores atípicos que alcanzaron %IVA del 50% para el caso del departamento de Boyacá, 29% para el departamento de Sucre y 22% para el caso de Magdalena Figura 19.

**Figura 19.** Representación gráfica, basada en cuartiles, en la cual se exhiben los datos sobre el %IVA (porcentaje de infestación por Varroa) en los departamentos de Magdalena, Boyacá y Sucre.



Fuente: Elaboración propia, 2015.

Al clasificar el nivel de infestación de acuerdo con las categorías sugeridas por, Salamanca *et al* (2012), se evidenció que en los departamentos de Sucre y Boyacá la mayoría de las muestras valoradas se encuentran en un nivel de infestación tolerable que supera el 65% de las muestras si se incluye también las muestras con incidencia reducida, a diferencia del departamento de Magdalena en el cual la mayoría de las muestras equivalentes al 29% se encontraron en una en un nivel de incidencia de Expuesta y las colmenas consideradas entre los niveles de incidencia de reducidas y tolerantes agregan el 35% de las colmenas valoradas Tabla 7.

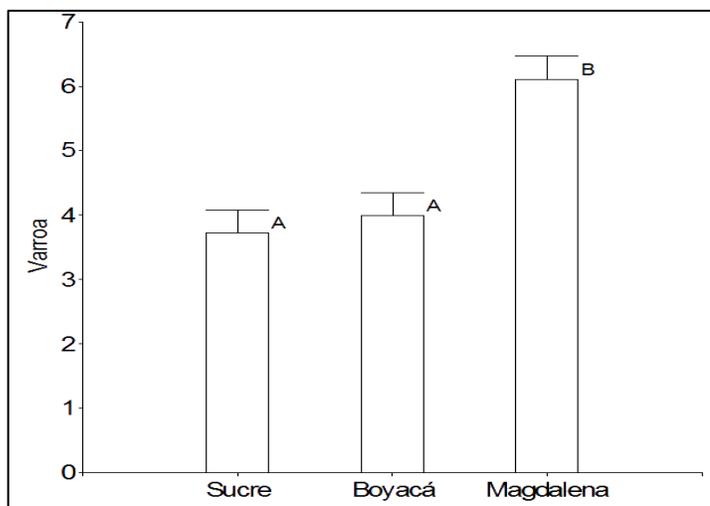
**Tabla 7.** Clasificación de los niveles de infestación del acaro *Varroa destructor* y los resultados obtenidos en los departamentos de Boyacá, Magdalena y Sucre.

DEPARTAMENTO	REDUCIDA (<1%)	TOLERABLE (>1-4%)	CONSIDERABLE (>4-6%)	EXPUESTAS (>6-10%)	ALTA EXPOSICIÓN (>10%)
Magdalena	9%	26%	19%	29%	17%
Sucre	27%	40%	15%	8%	9%
Boyacá	23%	40%	16%	12%	8%

Fuente: Categorías Adaptadas de Salamanca *et al* (2012).

Se realizó una prueba de Kruskal Wallis con el fin de determinar si se presentaban diferencias significativas en cuanto el %IVA entre los departamentos valorados, los resultados presentan diferencias estadísticas muy significativas en el %IVA entre las tres regiones ( $H=48.51$ ,  $gl=2$ ,  $p<0.001$ ). En Magdalena el porcentaje es mayor (=6%), comparado con Boyacá que presentan un 3% Figura 20.

**Figura 20.** Prueba de Kruskal Wallis.

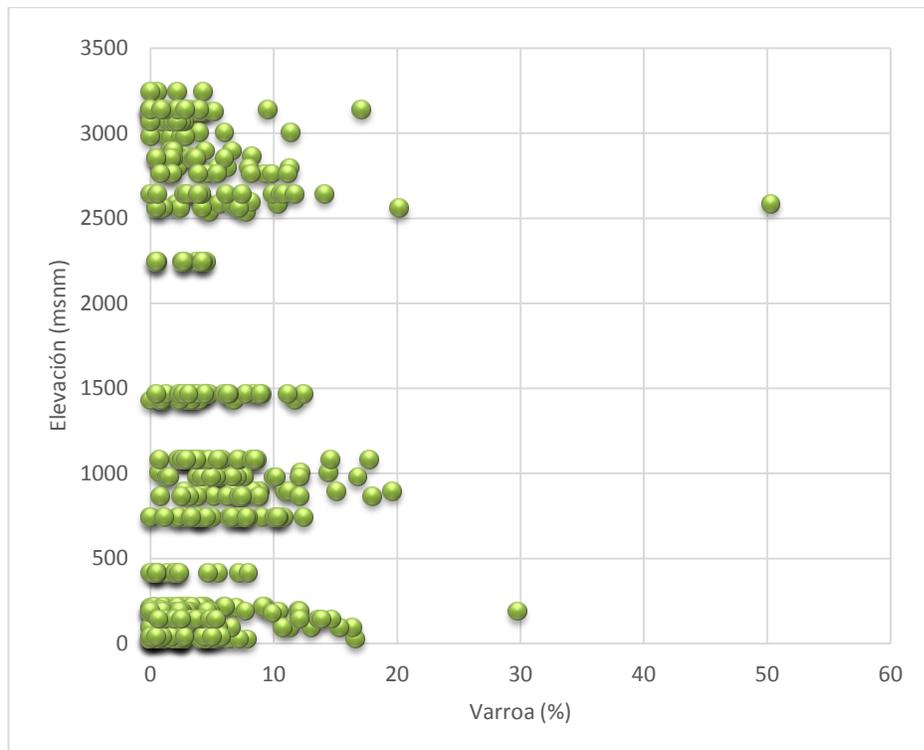


Nota: Las barras corresponden a los errores estándar (EE).

Fuente: Elaboración propia, 2015.

Dado que se obtuvieron las alturas de cada uno de los apiarios muestreados se realizó un análisis de Coeficiente de correlación de Spearman entre la altura y el % IVA con el fin de establecer si existe relación entre dichos parámetros, el análisis permitió establecer que no se presenta correlación entre dichos parámetro ( $r = -0.026$ ,  $p=0.598$ ) deduciendo que los niveles de infestación están influenciados por otras variables Figura 21.

**Figura 21** Análisis del Coeficiente de correlación de Spearman entre la altura y el % IVA para el ectoparásito *Varroa destructor*.

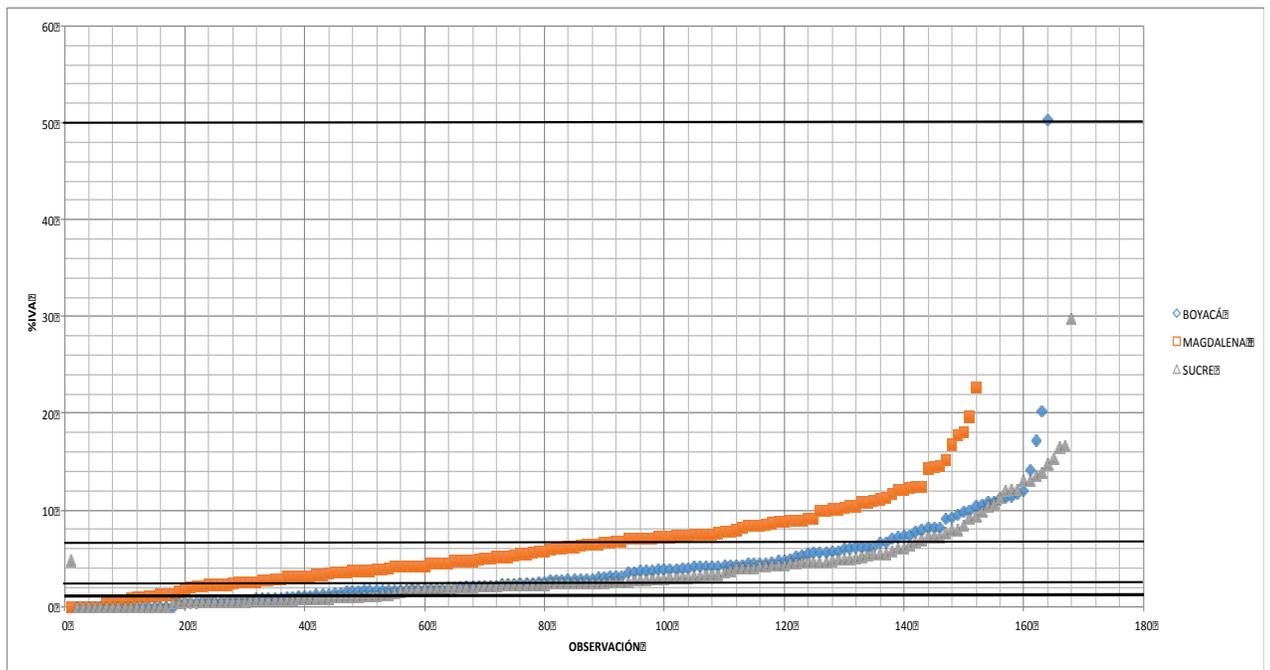


Fuente: Elaboración propia, 2015.

## 6.5. SELECCIÓN DE PARENTALES CON CARACTERÍSTICAS SANITARIAS SUPERIORES

Se realizó una selección de reinas potenciales para ser utilizadas en un programa de mejoramiento genético, como parámetro de selección se emplearon los resultados obtenidos en cuanto a %IVA para la totalidad de las colmenas valoradas, dichos resultados fueron sometidos a una distribución por percentiles 25, 50, 75 y 100, los intervalos resultantes de la aplicación de dichos percentiles fue P25=1,56, P50=3,3, P75=6,39 y P100=50,3, la distribución de los resultados individuales con respecto a los percentiles seleccionados se presenta en la Figura 22.

**Figura 22.** Distribución de los resultados individuales con respecto a los percentiles seleccionados.

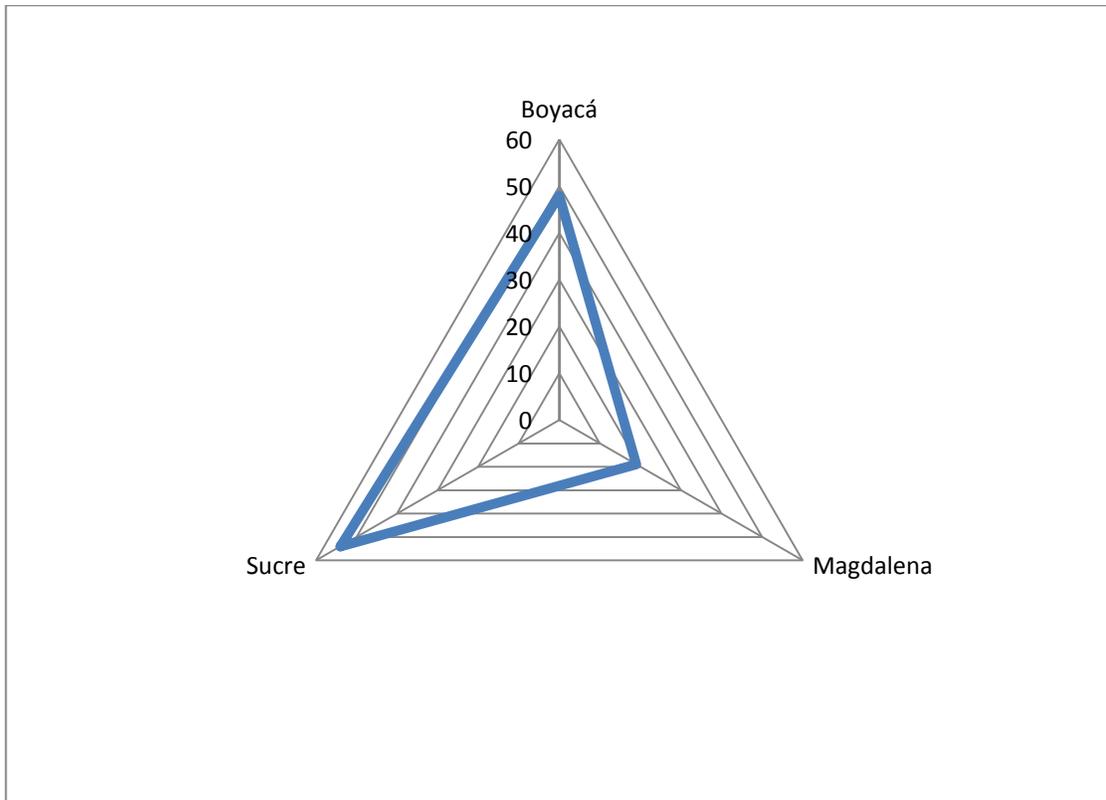


**Nota:** Las líneas negras horizontales corresponden a los percentiles.

Fuente: Elaboración propia, 2015.

Se tuvieron en cuenta como reinas potenciales aquellas colmenas que se encontraron en el percentil 25. Como se observa en el anterior gráfico los tres departamentos presentan colmenas dentro del intervalo de selección en el cual fueron incluidas 121 colmenas, de las cuales el 44% provienen del departamento de Sucre, el 40% provienen del departamento de Boyacá y el 16% provienen del departamento de Magdalena, la Figura 23 presenta en valor absoluto la distribución de las colmenas potenciales para ser utilizada en un programa de mejoramiento genético.

**Figura 23.** Valor absoluto en cuanto a la distribución de las colmenas potenciales para ser utilizada en un programa de mejoramiento genético.



Fuente: Elaboración propia, 2015.

A nivel municipal se cuentan con colmenas incluidas en la base de selección genética en la mayoría de los municipios valorados en los tres departamentos, la Tabla 8 presenta la distribución de las colmenas potenciales para selección y mejoramiento genético por características sanitarias superiores.

**Tabla 8.** Distribución de las colmenas potenciales para selección y mejoramiento genético, por municipios.

DEPARTAMENTO	MUNICIPIO	NO. COLMENAS SELECCIONADAS
Boyacá	Belem	2
	Guacheta	8
	Rondón	3
	San Mateo	3
	Soata	1
	Sta Rosa de Vitelmo	4
	Turmequé	6
	Tutauza	6
	Umbita	2
	Ventaquemada	1
	Viracacha	12
Magdalena	Fundación	4
	Palmor	4
	San pedro	4
	Santa Marta	5
	Siberia	2
Sucre	Carmen de Bolívar	5
	Coloso	3
	El Roble	3
	Ovejas	19
	Palmitos	8
	Roble	2
	San Marcos	9
	Sincé	2
	Sincelejo	3

Fuente: Elaboración propia, 2015.

## 7 DISCUSIÓN

Considerando el impacto económico que tienen las enfermedades en la apicultura mundial, es importante conocer la situación sanitaria de las colmenas del país, algunos de los estudios realizados proporcionan una visión limitada frente a lo que ocurren en los apiarios. Por lo anterior este estudio de abejas en el ámbito nacional, permite conocer la situación sanitaria de las colmenas de tres asociaciones de importancia apícola del país.

En este estudio se confirmó la presencia de *Varroa destructor* y el porcentaje estimado de las colmenas muestreadas en los tres Departamentos; También se diagnosticó por primera vez en abejas *Apis mellifera* africanizadas muestras positivas de *Nosema spp* y la presencia del acaro traqueal *Acarapis woodi*.

### ***Nosema spp.***

A partir de los resultados obtenidos se permitió identificar por primera vez en el país para abejas *Apis mellifera* africanizadas la presencia del microsporidio *Nosema spp*, el cual estuvo presente en colmenas de los tres departamentos estudiados. Los niveles de prevalencia del *Nosema spp.*, de 3% y 7% establecidos en los tres departamentos valorados fueron muy bajos comparados con otros estudios, por ejemplo en Portugal donde se realizó un proyecto para el monitoreo de *Nosema spp.*, se analizaron un total de 227 colmenas de las cuales se confirmó la presencia del parásito en el 50.9%, Pires-Sancia *et al* (2013). Para Suramérica en el caso de Chile de forma reciente se valoró la presencia del parásito en 309 colmenas procedentes de 12 regiones de las cuales el 72% presentaron el parásito (Schafer Gaedicke, 1998), la prevalencia para este país ha aumentado drásticamente dado que estudios efectuados en el año 2004 mostraban niveles de prevalencia entre el 5.4% y 8.3% (Pacheco A, 2008). En Uruguay un diagnóstico que valoró exclusivamente *Nosema ceranae* en 103 muestras de apiarios provenientes de 19 orígenes geográficos diferentes y se estableció un nivel de prevalencia del parásito del 15% (Castelli Norando, 2012). En Centroamérica trabajos realizados en México en el estado de Yucatán mostraron niveles de prevalencia del 74% en colmenas productivas y 53% en colmenas silvestres, Martínez Puc *et al* (2011), sin embargo valoraciones efectuadas en el estado de Zacatecas evidenciaron prevalencias que no superaron el 5% similares a las obtenidas en este estudio lo que muestra la variabilidad que se puede presentar entre regiones, Medina *et al* (2014).

### ***Acarapis woodi.***

Se encontró la presencia del acaro traqueal *Acarapis woodi* y se reportó por primera vez para Colombia en colmenas manejadas con abejas *Apis mellifera* africanizadas, solo en uno de los tres Departamentos muestreados el cual corresponde a Boyacá de las 164 muestras tomadas de esta zona solo 6 fueron positivas es decir el 4% las cuales pertenecían a los Municipios de Rondón y Viracacha, una de las muestras presentó el acaro en un 16% y otra en un 43% que correspondió al nivel de infestación máximo encontrado en este estudio. Estudios similares se realizaron en países como Chile, en el año 2009 tomaron 288 muestras en apiarios comprendidos desde la IV y la X región para el

diagnóstico de *Acarapis woodi* y dieron como resultado niveles bajos de infestación en el que solo dos regiones alcanzaron niveles del 20% de presencia del acaro traqueal (Gebauer Reinike)2009), así mismo un estudio realizado en la península de Yucatán, México en el año 2008 presento en los resultados de 165 colmenas la ausencia del acaro *Acarapis woodi*, sin embargo en el año 1992 un estudio en el cual se incluyó la península de Yucatán mostro para ese entonces una prevalencia del 3,11% y deducen que baja prevalencia reportada en Yucatán para el 2008 se debe a diversos factores que intervienen en el ciclo biológico del parasito, debido a que se han reportado diferencias entre las líneas genéticas de abejas (Ritter, 2001)para lo cual afirman (Lagunas & Vasquez, 1992) que las abejas africanizadas poseen niveles inferiores de infestación del acaro traqueal *Acarapis woodi* en comparación con las abejas Europeas, por la tanto es posible considerar como lo afirma (Ritter, 2001) que existen poblaciones de abejas en las cuales no existe daños provocados por este tipo de parásito, lo cual se debe tanto a la selección natural de las abejas como sucede con aquellas que generaran algún tipo de resistencia o por medio de la selección artificial como sucedió con la línea Buckfast las cuales muestran un alto comportamiento de acicalamiento y niveles muy bajas de infestación al acaro traqueal *Acarapis woodi* (Matinez Puc, 2008) esto permite de algún modo considerar que el bajo nivel de infestación que se presentó en el departamento de Boyacá y las ausencia en los dos departamentos restantes se deba a que en el país se trabaja con colmenas de abejas africanizadas, las cuales posiblemente generaron algún tipo de resistencia a este acaro.

### **Prevalencia del ectoparásito *Varroa destructor*.**

La varroosis representa el principal problema sanitario para la apicultura a nivel mundial (De Jong) 1997) en Colombia el acaro *Varroa destructor* ha estado presente desde el año 1993 y desde entonces la productividad en las colmenas se ha reducido en niveles de hasta 10-15 kg de miel por año (35,71%) e inclusive en algunas ocasiones se ha registrado la perdida de las colmenas (Romero & Duran, 1996).

En el trabajo realizado se encontró la presencian del acaro *Varroa destructor* en los tres departamentos valorados, el nivel de infestación obtenido de acuerdo a los resultados estuvo en un rango del 5% y 6% valores muy bajos en comparación con estudios similares como el realizado en México durante los años 2004 y 2007 en 23 regiones y con total de 4017 muestras el cual reporta un nivel de infestación del 52,67% , (Sanchez H, et al., 2010), así mismo un estudio sobre la comparación de colmenas comerciales y colmenas silvestres y su efecto de resistencia al parasito *Varroa destructor* en Yucatán, México, estableció un nivel de infestación del 62,96% en colmenas comerciales y 55,1% en colmenas silvestres, el nivel inferior que presentan las colmenas silvestres se debe a que durante el proceso de enjambrazón en promedio el 25% de los ácaros presentes en la colonia salen con las abejas y la población restante de los ácaros es decir el 75% quedan dentro

de esta, por tal motivo sugirieron el proceso de enjambrazón como alternativa para regulación al crecimiento de la población de *Varroa*, Martínez Puc *et al* (2011). otras de las investigaciones sobre el acaro *Varroa destructor* se efectuó en Costa Rica en el año 2007 para el cual se tomaron 163 muestras de abejas adultas y se determinó una infestación del 40,5%, según (Ritter, 2001) el mayor efecto negativo sobre la producción se observa cuando la población del acaro supera el 10% de infestación; En Uruguay se desarrolló un proyecto en el cual se evaluaba la situación sanitaria de las abejas y se encontró un nivel de infestación de *Varroa destructor* del 10% al 11%, durante los últimos años en Uruguay se ha evitado el uso acaricidas y en cambio han optado por métodos como la selección natural de las abejas basados en el grado de africanización que sustentan la tolerancia y/o resistencia a este parásito (Invernizzi, y otros, 2011).

Para Colombia el año 2013 se realizó un estudio en Santander, Vereda guayaberas para el control del acaro con de ácido oxálico, se tomando muestras de 10 colmenas de abejas *Apis mellifera* africanizadas las cuales reportaron un nivel de infestación de 6,76% y 6,82% antes de la aplicación del tratamiento y de 0,52% y 3,74% después del tratamiento, podemos observar que los niveles de infestación sin ningún tratamiento son muy similares a los de este estudio. Los bajos niveles de infestación encontrados en la presente investigación validan la afirmación de que las abejas africanizadas poseen cualidades que permiten la tolerancia a este tipo de acaro (Carreño & Salazar , 2013)

## 8. CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos de la presente investigación, se concluye lo siguiente:

El ácaro *Varroa destructor* se encuentra presente en los tres Departamentos muestreados en el proyecto, siendo Magdalena la zona con mayor prevalencia seguido por los departamentos de Sucre y Boyacá los cuales no presentaron diferencias significativas.

Los niveles de infestación por *Varroa* (%IVA) dominantes corresponde para departamento de Magdalena a la categoría considerable y para los departamentos de Boyacá y Sucre a la categoría Tolerable.

Se reportó por primera vez en Colombia el acaro traqueal *Acarapis woodi* en abejas *Apis mellifera* africanizadas el cual solo estuvo presente en el Departamento de Boyacá.

El acaro traqueal *Acarapis woodi* mostro un bajo porcentaje de prevalencia en comparación con los parásitos *Nosema spp* y *Varroa destructor*.

El Microsporidio *Nosema spp* estuvo presente en los tres departamentos involucrados en el estudio, y su comportamiento en cuanto al nivel de prevalencia se movió entre 3% y 7% niveles relativamente bajos que demuestran que la infección de las colmenas no es alarmante.

Los resultados obtenidos en este estudio permiten crear planes de mejoramiento genético, utilizando las colmenas de abejas tolerantes que fueron seleccionadas después de la investigación.

## 9. BIBLIOGRAFIA

- Anderson, D. (2000.). Variation in the parasitic bee mite *Varroa jacobsoni* Oud. *Apidologie (Francia)*, 31, 281-292.
- Argentina, C. N., Campos, M., Nebbia, F., & Nimo, M. (04 de 2006). *Recomendaciones para el control de varroa, Boletín apícola*. Obtenido de [http://www.minagri.gob.ar/site/desarrollo\\_rural/producciones\\_regionales/00\\_origen\\_animal/00\\_apicultura/\\_boletines/26\\_04\\_06.pdf](http://www.minagri.gob.ar/site/desarrollo_rural/producciones_regionales/00_origen_animal/00_apicultura/_boletines/26_04_06.pdf)
- Bakondi, T., Farkas, R., Sendroi, A., Dobos-Kovacs, M., & Rusvail, M. (2002). Detection of acute bee paralysis virus by RT-PCR in honey bee and *Varroa destructor* field samples: rapis screening of representative Hungarian apiaries. *Apidologie (Francia)*, 63-74.
- Ball, B. (1996). Honey bee viruses: a cause for concern. *Bee World*, 117-119.
- Barrios R, D. (2012). *Relación entre la generación genética (F1, F2) de abejas reina (Apis mellifera, Apidae), su resistencia al ataque del ácaro (Varroa destructor, Acarina Oud.) y su efecto sobre la producción de miel, en Copiasuro, R. L., Catarina, San Marcos, Guatemala,.* Guatemala: Universidad Rafael Landívar.
- Calderón , R., & Sánchez, L. (1990). DIAGNÓSTICO DE ENFERMEDADES EN COLMENAS DE ABEJAS AFRICANIZADAS EN COSTA RICA: PREVALENCIA Y DISTRIBUCIÓN DE SEPTIEMBRE A NOVIEMBRE DEL 2007. [www.cia.ucr.ac.cr](http://www.cia.ucr.ac.cr), [http://www.mag.go.cr/rev\\_agr/v35n02\\_049.pdf](http://www.mag.go.cr/rev_agr/v35n02_049.pdf). Obtenido de <http://revistas.una.ac.cr/index.php/veterinaria/article/viewFile/3676/3531>
- Calderon, R., & Ortiz, R. (23 de jul de 2007). *Acariosis.Enfermedad parasitaria de la traquea en las abejas melíferas, Boletín de parasitología (On Line)*. Obtenido de *Acariosis.Enfermedad parasitaria de la traquea en las abejas melíferas, Boletín de parasitología (On Line)*: <<http://www.protecnet.go.cr/websaludanimal/Boletin%20parasitologia/Boletin%20>
- Calderón, R., & Sánchez, L. A. (2011). DIAGNÓSTICO DE ENFERMEDADES EN COLMENAS DE ABEJAS AFRICANIZADAS EN COSTA RICA: PREVALENCIA Y DISTRIBUCIÓN DE SEPTIEMBRE A NOVIEMBRE DEL 2007. *Agronomía Costarricense*, 49 - 60.
- Calderón, R., Fallas, N., & Sánchez, L. (2011). Detección de enfermedades en abejas africanizadas en Costa Rica. *Centro de Investigaciones Apícolas Tropicales*, <http://revistas.una.ac.cr/index.php/veterinaria/article/viewFile/3676/3531>.

- Campano, S. (2004). *Acarapisosis, acariosis interna o acariosis traqueal de las abejas melíferas. Encuentro Apícola Regional*. Rio Negro Chile: Contribucion a la Sustentabilidad de la Apicultura de la X Region.
- Campano, S. (2004). *situacion sanitaria apicola nacional, pasado y presente*. Est. Cuarentenaria Pecuaria.
- Carreño, R., & Salazar, S. (agosto de 2013). CONTROL DEL ECTOPARÁSITO Varroa destructor (Varroidae) EN Apis mellifera L. (Apidae). *Revista de Ciencias*, 17 (Nº1.), 23 - 33.
- Castelli Norando, L. (2012). *prevalencia y distribución geográfica de Nosema apis y Nosema ceranae en Apis mellifera de Uruguay*. Uruguay: Trabajo de grado para optar al título de Licenciatura en ciencias Biológicas, Universidad de la República.
- Castillo, R. (1992.). *Varroasis. Grave amenaza para la apicultura y la agricultura de nuestro país*. (Vol. 5 (26)). (Chile): Chile Hortofrutícola.
- Collinson, H. (4 de marzo de 2007). *Honey bee Trachel Mite. Mississippi State University Extension service (On line)*. Obtenido de Honey bee Trachel Mite. Mississippi State University Extension service (On line): <<http://msucares.com/pubs/publications/p1753.htm>>
- Comision Permanente de Economia Apicola. (9 de marzo de 2015). *Apilifevar y Apiguard: Evaluacion de dos tratamientos organicos contra la Varroosis y la Acariosis en la abeja melifera*. Obtenido de Apilifevar y Apiguard: Evaluacion de dos tratamientos organicos contra la Varroosis y la Acariosis en la abeja melifera: <http://www.apimondiafoundation.org/foundation/files/141s.pdf>
- CORNEJO, L. O., & ROSSI, C. O. (1974). *Enfeemdades de las abejas su profilaxis y su prevencion Hemisferio sur*, S.R.L. Argentina .
- Cornejo, L., & Rossi, C. (1975). Enfermedades de las abejas, su profilaxis y prevención. Argentina, Hemisferio Sur.
- Correa B, A., & Guzmán N, E. (1996). Resistencia de abejas melíferas(*Apis mellifera* L.) al ácaro *Varroa jacobsoni* O. *Memorias del X Seminario Americano de Apicultura*, 53-57 p.
- Crane, E. (1990). *Bees and beekeeping: science, practice and world resources*.
- Czekonska, K. (2000). The influence of *Nosema apis* on young honeybee queens and transmission of the disease from queens to workers. *Apidologie* 31, 701–706.
- D, S., Gerson, U., & G, N. (2000). Parasitic Mites of Honey Bees: Life History, Implications and Impact. *Annual Review of Entomology*, 519-548.

- De Jong, D. (1997). Mites: Varroa and other parasites of brood. In Morse, R.A., & Flottum K (Eds). En *Honey bee pests, predators and diseases* (págs. 279-328). Ithaca, NY, U.S.A.
- De Jong, D., Gonálvez, L., & Morse, R. (1990). Dependence on climate of the virulence of *Varroa jacobsoni*. *Bee World (Inglaterra)*, 65: 117-121.
- De La Sota, M, Bacci, M, & SENASA. (2005). *ENFERMEDADES DE LAS ABEJAS, MANUAL DE PROCEDIMIENTOS*. Buenos Aires: SENASA.
- De La Sota, M., Bacci, M., & Senasa. (2005). *Enfermedades De Las Abejas, Manual De Procedimientos*. Buenos Aires: SENASA.
- DE LA SOTA, M., BACCI, M., & SENASA. (2005). *ENFERMEDADES DE LAS ABEJAS, MANUAL DE PROCEDIMIENTOS*. Buenos Aires: SENASA.
- Del Hoyo, M. (6 de julio de 2001). *El control sanitario en la primavera. Boletín Apícola (On line)*. Obtenido de El control sanitario en la primavera. Boletín Apícola (On line): <<http://www.culturaapicola.com.ar/sagpya/018.pdf>>.
- Del Hoyo, M., Torres, J., Azcona, M., Ghirottisl, S., Marchini, E., & Plust, E. (2003). *Acariosis. Boletín Apícola. 23:10-16. (On Line)*. Obtenido de Acariosis. Boletín Apícola. 23:10-16. (On Line): <<http://www.culturaapicola.com.ar/sagpya/023.pdf>>
- Delannoy Cisterna, D. (2006). *Estudio de la incidencia del ácaro de las tráqueas (Acarapis woodi Rennie Acarina: Tarsonemidae) en abejas adultas (Apis mellifera Hymenoptera: Apidae) y asociacion de los resultados a caracteriticas del apicultor*. Obtenido de Estudio de la incidencia del acaro de las traqueas (Acarapis woodi Rennie Acarina: Tarsonemidae) en abejas adultas (Apis mellifera Hymenoptera: Apidae) y asociacion de los resultados a caracteristicas del apicultor.
- Delaplane, K. (2001.). *Varroa destructor: revolution in the making. Bee World, (4): (82), 157-159.*
- Delaplane, K. S., & Mayer, D. (2000). *Crop Polination by bees*. New York, USA: CAB Internacional.
- Delfinado-Baker, M., & Baker, E. (1982). *Notes on honey bee mites of the genus Acarapis hirst (Acari: Tarsonemidae)*.
- Denmark, H., & Sanford, M. (2000). *University of Florida Institute of Food and Agricultural Sciences, Department of Entomology*. Obtenido de Florida Department of Agriculture and Consumer Services, Division of Plant Industry: [http://creatures.ifas.ufl.edu/misc/bees/tracheal\\_mite.htm](http://creatures.ifas.ufl.edu/misc/bees/tracheal_mite.htm)
- Doull, K. M. (1972). *Nosemosis de las abejas melíferas en Australia del Sur. 1er Congreso Australiano de Apicultura, 119-124.*

- Echeverri, G. R., & Peña, S. R. (1975). Prevalencia de nosemosis en la zona cafetera municipio de sevilla . *Esp.(Tesis Medico Veterinarios y Zootecnistas)*.
- FAO. (2006). Honey bee diseases and pests.: *AGRICULTURAL AND FOOD ENGINEERING TECHNICAL REPORT*, 8 - 9 pp. Obtenido de AGRICULTURAL AND FOOD ENGINEERING TECHNICAL REPORT: <http://www.fao.org/3/a-a0849e.pdf>
- Fernandez Aguilar, M. G. (3 de junio de 2014). *Ciclo de vida de la abeja (Apis mellifera)*. Obtenido de Ciclo de vida de la abeja (Apis mellifera): <http://es.slideshare.net/efrenhernandez92317/ciclo-de-vida-de-la-abeja-apis-mellifera-final>
- Fernandez, N., & Coineau, Y. (2002). *VARROA EL VERDUGO DE LAS ABEJAS; CONOCERLA BIEN PARA COMBATIRLA MEJOR*. Paris, Francia.: Atlántica.
- FRIES , I., FENG , F., SILVA, A., PIENIAZEK , N., & DA SLEMENDA, S. (1996). *Nosema ceranae n. sp. (Microspora, Nosematidae), morphological and molecular characterization of a microsporidian parasite of the Asian honey bee Apis cerana (Hymenoptera, Apidae)*. *European Journal of Protistology* 32(3): 356-365.
- FRIES, I. (1993). *Nosema apis* a parasite in the honey bee colony. *Bee World*, 4-19.
- Fries, I., Slemenda, S., Da Silva, A., & Pieniazek, N. (2003). African honey bees (*Apis mellifera scutellata*) and nosema (*Nosema apis*) infections. *Journal of apicultural research*, 13-15
- Fries , I., Yan-Ping , C., Genersch, E., Gisde, S., Chauzat, M.-P., Doublet, V., . . . Williams, G. (29 de 10 de 2012). *Standard methods for Nosema research*. Obtenido de Journal of Apicultural Research: [http://www.ibra.org.uk/downloads/20130128\\_11/](http://www.ibra.org.uk/downloads/20130128_11/)
- Fuentealba G, V. (2005). *Presencia y niveles de infección de los protozoos Nosema apis Zander y Malpighamoeba mellifica Prell en apiarios asociados a Apicoop Ltda. en la X Región de Chile*. UNIVERSIDAD AUSTRAL DE CHILE. VALDIVIA-CHILE: Tesis Lic. Agr. Obtenido de <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2005/faf954p/doc/faf954p.pdf>
- Gallo J.C; Fuentes L.B. (25 de Enero de 2008). *Analisis del Sector Apicola en el Departamento del Tolima*. Obtenido de Analisis del Sector Apicola en el Departamento del Tolima.
- Galvez, P., & Mocarquer, P. (18 de Noviembre de 2002).
- Gebauer Reinike, E. F. (2009). *Prevalencia de Varroa destructor Anderson & Trueman (Acari: Varroidae) en relacio a Nosema apis Zander y Acarapis woodi (Rennie) sobre colonias de Apis mellifera*. Recuperado el 04 de julio de 2015, de Prevalencia de Varroa destructor Anderson & Trueman (Acari: Varroidae) en relacion de Nosema apis Zander y Acarapis woodi (Rennie) sobre colonias de Apis mellifera: <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2009/fag203p/doc/fag203p.pdf>

- Gebauer Reinike, E. F. (2009). *Prevalencia de Varroa destructor Anderson & Trueman (Acari: Varroidae) en relacion a Nosema apis Zander y Acarpis woodi (Rennie) sobre colonias de Apis mellifera L en apiarios comprendidos entre la IV y la X Region*. Obtenido de Prevalencia de Varroa destructor Anderson & Trueman (Acari: Varroidae) en relacion a Nosema apis Zander y Acarpis woodi(Rennie) sobre colonias de Apis mellifera L en apiarios comprendidos entre la IV y la X Region: [cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2009/fag203p/doc/fag203p.pdf](http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2009/fag203p/doc/fag203p.pdf)
- Gochnauert, T., Furgala, B., & Shimanuki, H. (1975). Enfermedades y enemigos de la abeja melífera. En *La colmena y la abeja melífera* (págs. 793- 848). Dadant e Hijos. (eds.).
- Gómez Gómez, L., & Muñoz, B. (1999). INFESTACION NATURAL DE Varroa jacobsoni Oud. Y SU EFECTO SOBRE LA PRODUCTIVIDAD DE COLONIAS AFRICANIZADAS DE Apis mellifera L. *Rev.Fac.Nal.Agr.Medellín.*, Vol.52.(No.1.), p.507-513.
- GÓMEZ, P. (2000). La varroasis en España, situación actual. *Vida Apícola (España)*, 102: 49-53. .
- Guardiola Urra, C. (2002). *Prevalencia de nosemosis y amebiasis en un grupo de explotaciones apícolas, en la IX Región de la Araucanía, Chile*. UNIVERSIDAD AUSTRAL DE CHILE. Valdivia Chile: Tesis Lic. Agr. Obtenido de <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2002/fag914p/doc/fag914p.pdf>
- Guardiola, C. (2002.). *Prevalencia de nosemosis y amebiasis en un grupo de Prevalencia de nosemosis y amebiasis en un grupo de la Araucanía*. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias. Chile: Tesis Lic. Agr. Valdivia.
- Guzman , N., Correa , B., Guzman , N., & Espinosa, L. (2011). Colonización, impacto y control de las abejas melíferas africanizadas en México. *Veterinaria Mexicana*.
- GUZMAN NOVOA, E., & ZOZAYA RUBIO, A. ((1984)). *The effects of chemotherapy on level of infestation and production of honey bees with acariosis*. American Bee Journal.
- HIGES, M., MARTIN-HERNANDEZ, R., & MEANA, A. (2006). *Nosema ceranae , a new microsporidian parasite in honey bees in Europe*. Obtenido de Journal of Invertebrate Pathology: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jip.2006.02.005>
- HIGES, M; MARTIN-HERNANDEZ, R; BOTIAS, C; BAILON, E G; GONZALES-PORTO, A V; BARRIOS, L; DEL NOZAL, M J; BERNAL, J L; JIMENEZ, J J; PALENCIA, P G; MEANA, A. (2008). How natural infection by Nosema ceranae causes honey bee colony collapse. . *Environmental Microbiology* , 10(10): 2659–2669. .
- Hinojosa, A., & Gonzales, D. (2004). Prevalencia de parásitos en Apis mellifera en colmenares del secano costero e interior de las VI region, Chile. *Parasitol Latinoam*, 137-141.

- Hinojosa, A., & Gonzales, D. (2004). Prevalencia de parásitos en *Apis mellifera* en colmenares del secano costero e interior de las VI region, Chile. *Parasitol Latinoam*, 137-141.
- Hinojosa, A., & Gonzales, D. (2004). Prevalencia de parásitos en *Apis mellifera* L en colmenares del secano costero e interior de las VI region, Chile. *Parasitol Latinoam*, 137-141.
- Hinrichsen, H. (1983). *Distribución y grado de infección de Nosema apis Zander en apiarios de la X región. Tesis Lic. Agr. Austral de Chile.: Facultad de Ciencias Agrarias.*
- Hood, M. (2000). *The Honey bee tracheal mite. Entomology insect information series. Cooperative service. Department of Entomology soils, and Plant Sciences. USA.*
- interamericano de cooperacion para la agricultura . (13 de junio de 2004). *Patologia Apicola*. Obtenido de Patologia Apicola.
- Invernizzi, C., Antúnez, K., Campa, J., Harriet, J., Mendoza, Y., Santos, E., & Zunino, P. (2011). Situación sanitaria de las abejas melíferas en Uruguay. *VETERINARIA* , VOL 47 (No 181), P 15 - 27.
- Kerr, W. E. (1967). The history of the introduction of Africanized bees in Brasil. *South African Bee Journal*, 39: 3-5.
- L, G., Rinderer, T., Delatte, G., Stelzer, A., L, B., & Kuznetsov, V. (2002). *Resistance to Acarapis woodi by honey bees from fareastern Russia.* (Francia).
- Lagunas, R., & Vasquez, M. (1992). Deteccion de acariosis traqueal por *Acarapis woodi* (Acarida) en ejambres de abejas africanizadas *Apis mellifera scutellata* y abejas Europeas *Apis mellifera linguistica* en las cercanias de Nautla, Veracruz. *Congreso Nacional de entomologia* , 192.
- Lesser, R. (2001). Manual de apicultura moderna. *Santiago, Chile. Universitaria.*, 213 p.
- LLorente, J. (1999). Parasitosis de las abejas. Parasitosis externas y de otros sistemas. En *Parasitologia Veterinaria* (págs. 917-929). España: McGraw-Hill Interamericano.
- Martinez Anzola , T. (2006). Diagnostico de la actividad apicola y de la crianza en abejas Colombia. Bogota, Colombia. *Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural-Direccion de cadenas Productivas.*
- Martínez Puc, J. F., Medina Medina, L. A., & 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 Ciencias Pecuarias*; 2(1), 25-38.

- Matinez Anzola, T. (2006). *Diagnostico de la actividad apicola y de la crianza de abejas en Colombia* . Bogota D,C: Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural Direccion de Cadenas Productivas.
- Matinez Puc, J. (2008). *Situacion actual de las principales parasitosis en abejas africanizadas en el estado de Yucatan*. Merida, Yucatan.
- Mayorga C, F., Padilla G, E., Avelar C, S., & Langle R, E. (2011). Nosema Ceranae y las enfermedades de las abejas Nosema . *NOTIABEJA*, 2. Obtenido de <http://www.sagarpa.gob.mx/ganaderia/Documents/NOTIABEJA/noti1102.pdf>
- Mcmullan, J., & Brown, M. (2005). *Brood pupation temperature affects susceptibility*. FRANCIA. Obtenido de Brood pupation temperature affects susceptibility.
- Medina Flores, C. A. (enero de 2014). *Principales enfermedades que afectan a las abejas melíferas (Apis mellifera)*. Obtenido de Principales enfermedades que afectan a las abejas melíferas (Apis mellifera).
- Medina Flores, C. A., Guzman Novoa, E., Arechiga Flores, C. F., Aguilera Soto, J., & Gutierrez Piña, F. J. (2011). Efecto del nivel de infestación de Varroa destructor sobre la produccion de miel de las colonias de Apis mellifera en el antiplano semiarido de Mexico. *Rev Mex Cienc Pecu J*. Obtenido de Efecto del nivel de infestación de Varroa destructor sobre la produccion de miel de las colonias de Apis mellifera en el antiplano semiarido de Mexico.
- Medina Medina, L., & May Itza, W. (2003). *Enfermedades de las abejas* . Merida, Yucatan: Fomento a la Produccion Editorial de la Universidad Autonoma de Yucatan.
- Medina Medina, L., & May Itza, W. (2005). *Enfermedades de las abejas*. Yucatan: Ediciones de la Universidad Autonoma de Yucatan.
- Medina-Flores, C. A., Guzmán Novoa, E., Espinosa-Montaño, L. G., Uribe - Rubio, J. L., Gutierrez - Luna, R., & Gutierrez - Piña, F. J. (2014). Frecuencia de Varroosis y Nosemosis en colonias de abejas melíferas (apis mellifera) en el estado de Zacatecas, México. *Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente* , 159 - 167.
- Menapece, D. M., & Wilson, W. T. (1980). Acarapis woodi mites found in honey bees from Colombia, South America. *American Bee Journal* , Vol 120 pp 761-762, 765.
- Morales Morales , H. (1985). *Influencia en el grado de infestacion de Acariosis en la produccion de miel*. Obtenido de Influencia en el grado de infestacion de Acariosis en la produccion de miel.
- Morales Morasles, H. (1985). Influencia en el gardo de onfestacion de acariosis en la produccion de miel.
- Moreno E, A. (2004). MANUAL CONTROL DE ENFERMEDADES APICOLAS (Descripción, Diagnóstico y Tratamiento). *RED NACIONAL APICOLA*, 04-62.

- Moreno, A. (2004). *Manual control de enfermedades apícolas (Descripción, diagnóstico y tratamiento)*. Red Nacional Apícola, Programa Prorubro, Programa de Apoyo a la Microempresa Rural de América Latina y el Caribe. Obtenido de Manual control de enfermedades apícolas (Descripción, diagnóstico y tratamiento). Red Nacional Apícola, Programa Prorubro, Programa de Apoyo a la Microempresa Rural de América Latina y el Caribe: <<http://www.promer.org/getdoc.php?docid=751>>.
- Morse, R., & Flottum, K. (1997). *Honey bee pests, predators and diseases*. Ohio, USA: Root Company, Medina.
- Mussen, E. (03 de 11 de 2011). *Entomology ucDavis Extension Apiculturist, UC Davis*. Obtenido de Diagnosing and Treating Nosema Disease: <http://entomology.ucdavis.edu/files/147621.pdf>
- NEIRA, M. (1999, ). *Sanidad Apícola. Principales Enfermedades y Enemigos de la Abeja en Chile*. Instituto de Producción y Sanidad Vegetal. UACH. Obtenido de Instituto de Producción y Sanidad Vegetal.
- Neira, M. (1999,). *Sanidad Apícola. Principales Enfermedades y Enemigos de la Abeja en Chile*. Instituto de Producción y Sanidad Vegetal. UACH. Obtenido de Instituto de Producción y Sanidad Vegetal.
- Neira, M. (1999,). *Sanidad Apícola. Principales Enfermedades y Enemigos de la Abeja en Chile*. Instituto de Producción y Sanidad Vegetal. UACH. Obtenido de Instituto de Producción y Sanidad Vegetal.
- Neira, M. (2006). *Sanidad apícola principales enfermedades y enemigos de las abejas en Chile*. Valdivia, Universidad Austral de Chile, Chile: Instituto de Producción y Sanidad Vegetal.
- Neira, M. (2006). *Sanidad apícola principales enfermedades y enemigos de las abejas en Chile*. Valdivia, Universidad Austral de Chile, Chile: Instituto de Producción y Sanidad Vegetal.
- Oficina Nacional de Epizootias OIE. (6 de julio de 2007). *Acaroposis de las abejas melíferas (Lista OIE). Enfermedades animales*. Obtenido de Acaroposis de las abejas melíferas (Lista OIE). Enfermedades animales: <<http://www.oie.int/hs2/report.asp?lang=es>>.
- Oficina de las Naciones Unidas Contra la Droga y Delito UNODC Agencia Presidencial para la Acción Social y la Cooperación Internacional ACCIÓN SOCIAL. (2009). *Diagnóstico productivo y comercial de la cadena apícola de los programas para la sustitución de cultivos ilícitos y desarrollo alternativo de Acción Social y UNODC Consultoría Empresarial para el Sector Apícola (Documento Final)*. 5.
- OIE. (2004). *OFICINA INTERNACIONAL DE EPIZOOTIAS (OIE)*. Obtenido de Varroosis. Manual of Diagnostic Test and Vaccines for Terrestrial Animals. : [http://www.oie.int/fr/normes/mmanual/A\\_00124.htm](http://www.oie.int/fr/normes/mmanual/A_00124.htm)

- Oirsa-BI. (1990). *Enfermedades y plagas de la abeja melífera occidental*. Obtenido de Enfermedades y plagas de la abeja melífera occidental.
- Orantes, F., & Gonzalez, A. (1998.). *Nosema apis Zander, la Nosemosis en el sur de España*. En *Vida Apícola*. España.
- Orantes, F., Gonzales, A., & Garcia, P. (1997). *La acarosis traqueal: su incidencia actual en apiarios del Sur de España*.
- Orantes, J. (1996). ABEJAS EN PELIGRO: Diez años de varroasis en España. *QUERCUS*( Nº 130.).
- Ordetx, G., & Espina, D. (1966). *La apicultura en los tropicos*. Mexico: Bartolome Trucco.
- Pacheco A, L. B. (2008). *Niveles de infección de Nosema apis Zander (Microspora:Nosematidae) en abejas adultas (Apis mellifera L.) y su relación con características del apicultor*. Obtenido de UNIVERSIDAD AUSTRAL DE CHILE: <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2008/fap116n/doc/fap116n.pdf>
- Parasitarias Externas. (2013). *Acaro Traqueal*. Obtenido de Acaro Traqueal: [www.apilab.com/ENFERMEDADES/ACAROTRAQUEAL.pdf](http://www.apilab.com/ENFERMEDADES/ACAROTRAQUEAL.pdf)
- Peldoza, J. (2002). Acariosis interna. En C. d. apicultura., *Acariosis interna*. (pág. 23). Chile.
- PELDOZA, J. (s.f.). Acariosis interna. En D. d. Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias, *Curso de apicultura*. (pág. 23p).
- Pettis, J. (2000). *Tracheal mites*.
- Pires-Sancia, M. A., Murilhas, A. M., Almeida, P. R., & Valeria, M. J. (2013). Monitoreo nacional de la Nosemosis - resultados previos del proyecto Portugal, apicultura y Nosema. *AIDA, XV Jornadas sobre Producción Animal, Tomo II*, 798-800.
- Popa, C. (1982). *La Varroasis de las abejas una amenaza para la apicultura. manual de Zoot.*. Guadalajara, Jalisco, México.: Ediciones de la Noche,.
- Ramírez H, E., & Ruiz F, A. (2007). INCIDENCIA DE VARROASIS EN MUESTRAS DE ABEJAS (*Apis mellifera*) EN EL LABORATORIO DE IDENTIFICACIÓN Y DIAGNÓSTICO APÍCOLA DE 2002 A 2006. *Laboratorio de Identificación y Diagnóstico Apícola, del Programa para el Control de la Abeja Africana*, 03 - 08.
- Ritter, W. (2001). *Enfermedades de las abejas*. España.
- Rodriguez-Dehaibes, S., Otero-Colin, G., Villabuena, J., & Pardio, V. (2005). Resistente to amitraz and flumethrin in Varroa destructor populations from Veracruz, Mexico. *Journal of Apicultural Research (Inglaterra)*, 44 (3): 124-125.

- Romero, V., & Duran, T. (1996). Identificación y caracterización de abejas (*Apis mellifera*) resistentes a la varroasis . *Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, Santa Fe de Bogotá (Colombia) Universidad Nacional de Colombia*, 105-107.
- Saeta, J. M., Bulacio, I., & Pabelo, M. (2008). Incidencia del manejo sanitario de la colmena en la contaminación de miel.
- Sag, ICA, & Pronagro. (2009). *Manual de Enfermedades Apícolas*. Tegucigalpa: Honduras. Obtenido de <http://repiica.iica.int/DOCS/B0754E/B0754E.PDF>
- Salamanca Grosso, G. (2009). Variabilidad genética del ADN mitocondrial de poblaciones de abejas *Apis mellifera* (Hymenoptera:Apidae) en Colombia. *zootecnia trop.*
- Salamanca, G., Osorio T, M., & Rodríguez A, N. (2012). Presencia e incidencia forética de *Varroa destructor* A. (Mesostigma: Varroidae) en colonias de abejas *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae), en Colombia. *Zootecnia Tropical*, 30(2), 183-195.
- Salamanca G, G. (2009). Variabilidad genética del ADN mitocondrial de poblaciones de abejas *Apis mellifera* (Hymenoptera:Apidae) en Colombia. *Zootecnia Tropical*, 27(4), 373-382.
- Salamanca Grosso, Guillermo; Osorio Tangarife, Monica Patricia; Rodriguez Arias, Nelson. (2012). Presencia e incidencia forética de *Varroa destructor* A.(Mesostigma:Varroidae) en colonia de abejas *Apis mellifera* (Hymenoptera:Apidae), en Colombia. *Zootecnia Topric*.
- Saldaña, F. (1994.). La Varroasis: grave amenaza para la apicultura. *Agricult. Las Americas*(219), 32-34.
- Sammataro, D., Gerson, U., & Needham, G. (2000). Parasitic Mites of Honey Bees: Life History, Implications and Impact. *Annual Review of Entomology*, 519-548.
- Sanchez Alarcon, O., Muños Puerta, G., Correa Toro, A., & Gonzales Tellez Iregui. (2013). Desarrollo de estrategias locales que fortalezcan la productividad de los sistemas de producción apícola colombiano a partir de la evaluación de factores socioeconómicos en cuatro asociaciones de productores. *Rev Colomb Cienc Pecu*
- Sanchez H, F., Martínez, I., Olvera, F., Osorio, M., De Labra Vaca, G., Orantes, S, N., & López, F, P. (2010). PREVALENCIA DE *Varroa destructor*, *Acarapis woodi* y *Nosema apis* EN CRIADEROS DE ABEJAS REINA MUESTREADOS EN DIFERENTES REGIONES DE LA REPUBLICA MEXICANA DURANTE EL PERIODO 2004 – 2007 . *anmvea*, p 83 - 86.
- Schafer Gaedicke, J. P. (s.f.). SANIDAD APÍCOLA EN CHILE. NOSEMOSIS, VARROOSIS Y ACARAPISOSIS.

- Secretaria de Agricultura, Ganaderia, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentacion. (2015). *Manual de Patologia Apicola*. Obtenido de Manual de Patologia Apicola: <http://www.sagarpa.gob.mx/ganaderia/Publicaciones/Lists/Manuales%20apcolas/Attachments/5/manpato.pdf>
- Shimanuki, H., & Knox, D. (2000.). Diagnosis of honey bee diseases. United States Department of Agriculture (USDA). *Agricultural research service. Agriculture handbook.*, . N° 690., 57 p.
- Simo, E., & Pellicer, J. (marzo de 2002). *Las abejas y la polinizacion (on line) Universidad de Valencia*. Obtenido de <[http://www.uv.es/metode/anuario2002/72\\_2002.html](http://www.uv.es/metode/anuario2002/72_2002.html)>
- Stevanovic, J., Stanimirovic, Z., Genersch, E., Kovacevic, S., Ljubenkovic, J., Radakovic, M., & Aleksic, N. (2010). Dominance of *Nosema ceranae* in honey bees in the Balkan countries in the absence of symptoms of colony collapse disorder. *Apidologie*, 1-4.
- Telleria , I. (4 de marzo de 2004). *Abejas: parasitacion por acaros Caso clinico. Apicultura Diagnostico Veterinario (On line)*. Obtenido de Abejas: parasitacion por acaros Caso clinico. Apicultura Diagnostico Veterinario (On line): <<http://www.diagnosticoveterinario.com/casoclinico.php?idcasoclinico=94&idsec=>
- Tlatenchi, R. (2011). *INFESTACIÓN DE Varroa destructor EN COLONIAS DE Apis mellifera EN LA SIERRA NORORIENTAL DEL ESTADO DE PUEBLA*. Tlatlauquitepec, Puebla, México.: BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA.
- treccani.it. (2007). *Protisti in Enciclopedia della Scienza e della Tecnica*. Obtenido de [http://www.treccani.it/enciclopedia/protisti\\_\(Enciclopedia-della-Scienza-e-della-Tecnica\)/](http://www.treccani.it/enciclopedia/protisti_(Enciclopedia-della-Scienza-e-della-Tecnica)/)
- Universidad Austral de Chile (UACH) Facultad de Ciencias Agrarias. (2005). *Etiología y sintomatología de enfermedades apícolas endémicas. Capacitación en sanidad apícola. Curso de patologías de la abeja melífera, con opción a certificado de capacitación en técnicas parasitológicas de detección de varroosis, nosemosis y acaropisosi*. Chile.
- Universidad Austral de Chile (UACH) Facultad de Ciencias Agrarias. (2005). *Etiología y sintomatología de enfermedades apícolas endémicas. Capacitación en sanidad apícola. Curso de patologías de la abeja melífera, con opción a certificado de capacitación en técnicas parasitológicas de detección de varroosis, nosemosis y acaropisosi*. Obtenido de Etiología y sintomatología de enfermedades apícolas endémicas. Capacitación en sanidad apícola. Curso de patologías de la abeja melífera, con opción a certificado de capacitación en técnicas parasitológicas de detección de varroosis, nosemosis y acaropisosi: [cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2008/fav484p/doc/fav484p.pdf](http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2008/fav484p/doc/fav484p.pdf)
- Valega, O. (01 de 03 de 2007). *beekeeping*. Obtenido de NOSEMOSIS: <http://www.beekeeping.com/articulos/nosemosis.htm>

- Vandame, R., Colin, M., & Otero, y Colina, G. (1998). *Tolerancia a Varroa ensayos con abejas europeas y africanizadas en México*. México: Biología del Acaro 1 Vida Apícola.
- Vandame, R., Colin, M., Otero, & Colina, G. (1998). *Tolerancia a Varroa. Ensayos con abejas europeas y africanizadas en México*. Mexico: Vida Apícola 89.
- Vaquero, J., Vargas , P., & Plata, D. (2010). Enfermedades Producidas Por Protozoos (Nosemosis Y Varroasis). *GUÍA TÉCNICA DE SANIDAD APICOLA*, 49-56-60-68.
- Vaquero, J., Vargas , P., & Plata, D. (2010). Enfermedades Producidas por Protozoos (Nosemosis) 2010. *GUÍA TÉCNICA DE SANIDAD APICOLA*, 49-56.
- Vargas Valero, A. (2010). *Niveles de infección de Nosema y eficacia de la fumaligina y timol en el control de la Nosemosis en abejas africanizadas Apis mellifera* . Merida, Yucatan : Mexico: Universidad de Yucatan.
- Vera Pozo, M. (2008). *Presencia de Varroa destructor Anderson & Trueman (Mesostigmata:)*. Obtenido de Presencia de Varroa destructor Anderson & Trueman (Mesostigmata:).
- Vera Pozo, M. (2008). *Presencia de Varroa destructor Anderson & Trueman (Mesostigmata: Varroidae), Acarapis woodi Rennie (Acarina: Tarsonemidae) y Nosema apis Zander (Dissociodihaplophasida: Nosematidae) sobre abejas (Apis mellifera L.) adultas*. Obtenido de y su relación con las características del apicultor.: <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2008/fav484p/doc/fav484p.pdf>
- Webster, T. C., Pomper, K. W., Hunt, G., Thacker, E. M., & Jones, S. C. (2003). Nosema apis infection in worker and queen Apis mellifera. *Apidologie* 35, 49–54.
- Zanabria Q, J. (2004). Evaluación participativa de líneas de abejas Apis mellifera Europeas cruzadas con africanizadas en Chiapas y Guatemala. *Tesis Maestro en Ciencias en Ganadería Tropical. México, Chiapas UACH.*, 20 p.
- Zander, E. (1909). *Tierische Parasiten als Krankheitserreger bei der Biene*. Münchener Bienenzeitung: 31, 196-204.
- Zambrano , C., Duarte , F., & Reyes , L. (2013). Evaluación del efecto de Beauveria bassiana en el control biológico de Varroa destructor, parásito de la abeja melífera (Apis mellifera) en la finca Felisa en el municipio de los Patios, Norte de Santander. *Innovaciencia*, vol 1(No 1), p 18 - 22.

