



Universidad  
Nacional  
de Loja

## UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

FACULTAD AGROPECUARIA Y RECURSOS NATURALES RENOVABLES

CARRERA DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

### EVALUACIÓN DE FACTORES PARA LA SELECCIÓN DE COLMENAS DE *Apis mellifera* EN LA HOYA DE LOJA.

Trabajo de tesis previo a la obtención del  
título de MÉDICA VETERINARIA  
ZOOTECNISTA

#### **AUTOR**

Ruddy Michelle Cango Jiménez

#### **DIRECTOR**

Roberto Claudio Bustillos Huilca, MSc.

#### **CO-DIRECTOR**

Milton Patricio Sánchez Armijos, Mg.Sc.

**LOJA - ECUADOR**  
**2019**

# CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR DE TESIS

Roberto Claudio Bustillos Huilca  
**DIRECTOR DE TESIS**

## CERTIFICA

Que he revisado la presente tesis titulada “**EVALUACIÓN DE FACTORES PARA LA SELECCIÓN DE COLMENAS DE *Apis mellifera* EN LA HOYA DE LOJA.**” realizada por la Sra. Egresada **Ruddy Michelle Cango Jiménez**, la misma que **CULMINÓ DENTRO DEL CRONOGRAMA APROBADO**, cumpliendo con todos los lineamientos impuestos por la Universidad Nacional de Loja, por lo cual, **AUTORIZO QUE SE CONTINÚE CON EL TRÁMITE DE GRADUACIÓN.**

Loja, 20 de Junio del 2019

Atentamente



---

Dr. Roberto Claudio Bustillos Huilca Mg.Sc  
Director de Tesis

## CERTIFICACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

El proyecto de tesis titulado “EVALUACIÓN DE FACTORES PARA LA SELECCIÓN DE COLMENAS DE *Apis mellifera* EN LA HOYA DE LOJA”, de la autoría de la señora **RUDDY MICHELLE CANGO JIMÉNEZ**, previo a la obtención del título de Médica Veterinaria Zootecnista, ha incorporado las observaciones realizadas por el tribunal en el momento de la calificación. Por lo que se autoriza la impresión del trabajo y continuar con los trámites de graduación.

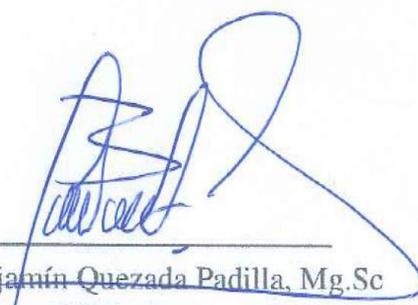
HA SIDO APROBADO

Loja, 21 de AGOSTO 2019



---

Víctor Rolando Sisalima Jara, Mg.Sc  
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL



---

Manuel Benjamín Quezada Padilla, Mg.Sc  
VOCAL



---

Edwin Geovanny Mizhquero Rivera, Mg.Sc  
VOCAL

## AUTORÍA

Yo, **Ruddy Michelle Cango Jiménez**, declaro ser autora del presente trabajo de tesis que ha sido desarrollado con base a una investigación exhaustiva y eximo expresamente a la Universidad Nacional de Loja y a sus representantes jurídicos, de posibles reclamos o acciones legales, por el contenido de la misma; los conceptos, ideas, resultados, conclusiones, y recomendaciones vertidos en el desarrollo del presente trabajo de investigación, son de absoluta responsabilidad de su autor.

Adicionalmente acepto y autorizo a la Universidad Nacional de Loja, la publicación de mi tesis en el Repositorio Institucional-Biblioteca Virtual.

**AUTOR:** Ruddy Michelle Cango Jiménez

**FIRMA:**



**CÉDULA:** 1150325833

**FECHA:** 22 AGOSTO 2019

**CARTA DE AUTORIZACIÓN DE TESIS POR PARTE DEL AUTOR PARA  
LA CONSULTA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL Y PUBLICACIÓN  
ELECTRÓNICA DEL TEXTO COMPLETO**

Yo **Ruddy Michelle Cango Jiménez**, declaro ser la autora de la tesis titulada “EVALUACIÓN DE FACTORES PARA LA SELECCIÓN DE COLMENAS DE *Apis mellifera* EN LA HOYA DE LOJA”, como requisito para optar al grado de Médica Veterinaria Zootecnista, autorizo al Sistema Bibliotecario de la Universidad Nacional de Loja para que con fines académicos, muestre al mundo la reproducción intelectual de la Universidad, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera, en el Repositorio Digital Institucional (RDI): Las Personas puedan consultar el contenido de este trabajo en el RDI, en las redes de Información del país y del exterior, con las cuales tenga convenio la Universidad. La Universidad Nacional de Loja, no se responsabiliza por el plagio o copia de la tesis que realice un tercero, con fines académicos. Para constancia de esta autorización, firmo en la ciudad de Loja, a los 22 días del mes de Agosto del 2019.

**FIRMA:**



**Autor:** Ruddy Michelle Cango Jiménez

**Cédula de identidad:** 1150325833

**Dirección:** Loja, Martirez del 28 de Marzo y Adolfo Valarezo, San Vicente Alto

**Correo electrónico:** mishe0711@hotmail.com

**Teléfono:** 2713070

**DATOS COMPLEMENTARIOS**

**Director de Tesis:**

Roberto Claudio Bustillos Huilca, MSc

**Tribunal de Grado:**

Victor Rolando Sisalima Jara, Mg.Sc (Presidente)

Manuel Benjamín Quezada Padilla, Mg.Sc (Vocal)

Edwin Geovanny Mizhquero Rivera, Mg.Sc (Vocal)

## **AGRADECIMIENTO**

*Quiero expresar mi gratitud a Dios por bendecirme y guiarme a lo largo de mi existencia, por ser el soporte y fortaleza en aquellos momentos de dificultad y de debilidad.*

*A mis padres por su apoyo incondicional, por el esfuerzo, dedicación, paciencia, por su confianza y por todo lo que me han brindado a lo largo de mi carrera y de mi vida.*

*A la gloriosa Universidad Nacional de Loja por ser la sede de todo el conocimiento adquirido en estos años. Agradezco a mi Director de Tesis Dr. Roberto Bustillos y cotutor externo Dr. Milton Sánchez, quienes me guiaron académicamente con su experiencia y profesionalismo.*

*Ruddy Michelle Cango Jiménez*

## **DEDICATORIA**

*Por su amor, cariño, trabajo y sacrificio quiero dedicar esta tesis de grado a mis padres Víctor y Rudi, gracias por inculcar en mí, el ejemplo de esfuerzo y valentía.*

*A mis hermanas Adriana y Natazha quienes gracias a su apoyo moral me permitieron permanecer con empeño y dedicación.*

*A mi esposo Wilmer, por ser mi compañero fiel de Universidad y de vida. Y sobre todo dedico este logro a ese ser de luz que hace que mis días sean maravillosos, mi hijo Dereck.*

*Ruddy Michelle Cango Jiménez*

# ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE TABLAS	X
ÍNDICE DE FIGURAS	XI
RESUMEN	XIII
ABSTRACT	XIV
1. INTRODUCCIÓN	1
2. REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1. APICULTURA . . . . .	3
2.1.1. Historia de la Apicultura . . . . .	3
2.1.2. Importancia de la Apicultura . . . . .	4
2.1.3. Apicultura en el Ecuador . . . . .	5
2.2. ABEJA MELÍFERA . . . . .	6
2.2.1. Características . . . . .	7
2.2.2. Ciclo de Vida . . . . .	8
2.2.3. Principales Productos Derivados de la Apicultura . . . . .	9
2.3. ORGANIZACIÓN DE LA APICULTURA . . . . .	11
2.3.1. Apiario . . . . .	11
2.3.2. Colmenas . . . . .	11
2.4. PRINCIPALES CARACTERES SELECCIONABLES EN ABEJAS	15
2.5. TRABAJOS RELACIONADOS . . . . .	19
3. METODOLOGÍA	23

3.1. MATERIAL Y MÉTODOS .....	23
3.1.1. Ubicación .....	23
3.1.2. Descripción del Experimento .....	23
3.1.3. Tamaño de la Muestra .....	24
3.1.4. Toma de las Muestras .....	24
3.1.5. Preparación de las Muestras .....	24
3.1.6. Variables de Estudio .....	26
3.1.7. Análisis Estadístico .....	26
4. RESULTADOS .....	27
4.1. Comportamiento Higiénico .....	27
4.2. Tasa de Infestación de Varroa .....	29
4.3. Reservas de Miel .....	31
5. DISCUSIÓN .....	33
5.1. Comportamiento Higiénico .....	33
5.2. Tasa de Infestación de Varroa. ....	34
5.3. Reservas de Miel .....	35
6. CONCLUSIONES .....	37
7. RECOMENDACIONES .....	38
8. BIBLIOGRAFÍA .....	39

## Índice de tablas

1.	Taxonomía de la Abeja. . . . .	6
2.	Nivel de Comportamiento Higiénica. ....	16
3.	Nivel de Infestación de Varroa. ....	18
4.	Comportamiento Higiénico. ....	28
5.	Tasa de Infestación de Varroa. ....	30
6.	Reservas de Miel. ....	32

## Índice de figuras

1.	Ciclo de Vida de las Abejas (Fernández, 2015) . . . . .	8
2.	Comportamiento higiénico entre apiarios .....	29
3.	Tasa de infestación de varroa entre apiarios.....	31
4.	Toma de muestra para determinación de infestación de varroa.....	43
5.	Punción de pupas para determinar conducta higiénica. ....	43
6.	Revisión de colmenas a las 24 horas.....	44
7.	Comportamiento higiénico del 89 %.....	44
8.	Comportamiento higiénico del 96 %.....	45
9.	Comportamiento higiénico del 100 %.....	45
10.	Lavado y filtrado de la muestra.....	46
11.	Cálculo de número de abejas por muestra. ....	46
12.	Vista en el microscopio del ácaro Varroa.....	47

EVALUACIÓN DE FACTORES PARA LA SELECCIÓN DE  
COLMENAS DE *Apis mellifera* EN LA HOYA DE LOJA.

## RESUMEN

La apicultura en el Ecuador es considerada como una actividad económicamente rentable y ecológicamente viable. Tiene gran importancia a nivel social, económico, ecológico, siendo fuente generadora de empleo. Sin embargo no es posible aprovechar al 100 % los beneficios que ofrece la apicultura debido a que algunas colmenas no poseen características deseables como alta capacidad para el trabajo, mayor distancia de vuelo, resistencia, tolerancia e inmunidad a las enfermedades, tendencia a acumular reservas alimenticias, entre otras. Para revertir esta situación se hace necesario buscar alternativas, tales como el mejoramiento genético a través de selección de las mejores colmenas. En la presente investigación se analizaron tres factores de selección de colmenas de *Apis mellifera*. Se trabajó con 24 colmenas tipo Langstroth de dos pisos, ubicadas en 6 apiarios de la Hoya de Loja. A cada colmena se le evaluó el comportamiento higiénico (CH) mediante la técnica de remoción de pupas pinchadas.

Se estableció la tasa de infestación de varroa (TIV) en la fase forética a través de la metodología propuesta por David de Jong y se determinó las reservas de miel mediante observación directa de los marcos de la cámara de cría. Los resultados de la investigación para el CH mostraron valores que van entre el 60 % y 98 %. La TIV indicó valores entre en 1,17 % y 5,60 %. Para las reservas de miel se obtuvieron resultados entre 1 y 3 marcos de miel. Por tanto, las colmenas tuvieron un comportamiento higiénico entre leve y alto, sin problemas de varroasis y con buena capacidad de reservas de miel.

*Palabras claves:* *Apis mellifera*, Conducta higiénica, infestación por varroa, reservas de miel.

## ABSTRACT

Beekeeping in Ecuador is considered an economically profitable and ecologically viable activity. It has great importance at a social, economic and ecological level, and is an alternative source of employment generation. However, it is not possible to take advantage of 100 % of the benefits offered by beekeeping because some hives do not have desirable characteristics such as high work capacity, greater flight distance, resistance, tolerance and immunity to diseases, tendency to accumulate food reserves, among others. To reverse this situation, it is necessary to look for alternatives, such as genetic improvement through the selection of the best hives. In the present investigation three factors of selection of *Apis mellifera* hives were analyzed. They worked with 24 two-story Langstroth hives, located in 6 hives of the Hoya de Loja. The hygienic behavior (CH) of each hive was evaluated using the perforated pupa technique, the varroa infestation rate (TIV) was established in the formative phase through the methodology proposed by David de Jong and the honey reserves by observation Direct from the frames. of the breeding chamber. The results of the research for CH showed values ranging between 60 % and 98 %. The TIV indicated values between 1.17 % and 5.60 %. For honey reserves, results were obtained between 1 and 3 squares of honey. Therefore, the hives had a mild to high hygienic behavior, without varroasis problems and with a good capacity for honey reserves.

*Key words:* *Apis mellifera*, Hygienic behavior, varroa infestation, honey reserves.

## 1. INTRODUCCIÓN

La apicultura a nivel mundial es de gran importancia socioeconómica y ecológica, es considerada como una de las principales actividades pecuarias fundamentales de la economía social. Generalmente esta actividad se asocia únicamente con producción de miel, polen, jalea real y propóleos, sin embargo, las abejas son fundamentales para el equilibrio del medio ambiente ya que al obtener el alimento de las flores fomentan en las plantas la capacidad de fecundarse, es decir, son la base para el mantenimiento del medio natural; la apicultura cumple un papel importante en la polinización de cultivos y constituyen una fuente de trabajo para las personas que se dedican a esta práctica (Ulloa *et al.*, 2010).

El Ecuador es un país rico en recursos naturales, con una diversidad de pisos climáticos y biológicos como bosques tropicales y andinos, el país tiene un enorme potencial para la apicultura y se calcula que existe alrededor de 1760 apicultores y 19155 colmenas, que proveen al mercado nacional de miel de abeja, polen, propóleo y cera. Loja es una de las provincias donde la apicultura tiene más influencia con 325 apicultores registrados y 2429 colmenas registradas (MAG, 2018).

En el Ecuador la apicultura es una práctica cuyo principal problema es el deficiente manejo que se les proporciona a las producciones apícolas, lo que influye para que las colmenas de *Apis mellifera* como cualquier otro ser vivo, sufran ataques de plagas y enfermedades que ocasionan muerte o desaparición de colonias. Para contrarrestar estos problemas los apicultores recurren al mejoramiento genético por medio de selección, cuyo principal objetivo es la obtención de colmenas que presenten características deseables. Las características de mayor interés generalmente son el aumento de la productividad de miel, propóleos, jalea real, polen o cera; buenas reservas de miel y polen; buena actividad de postura en reinas y baja agresividad, sin embargo una de las características más importantes al momento de selección es la

capacidad natural que tienen las abejas para defenderse del ataque de agentes causales de enfermedades y la resistencia a plagas. Estas características se las puede determinar a través de observación directa en los factores como reservar de miel, polen, mandsumbre y a través de fórmulas para la determinación de los niveles de infestación de enfermedades y porcentaje de conducta higiénica (Álvarez, 2018).

Finalmente en el ámbito profesional, como Médica Veterinaria Zootecnista el interés de esta investigación versó en la determinación y medición de tres factores de selección en colmenas de *Apis mellifera*, con el fin de mantener una buena condición sanitaria en los apiarios y permitir que los mejores individuos de una población dejen descendientes, contribuyendo de esta manera a impulsar a los apicultores a dar un manejo técnico a sus apiarios para obtener mejores beneficios de la apicultura. Es por ello que en el presente trabajo se plantearon los siguientes objetivos:

- Determinar el comportamiento higiénico mediante la técnica de remoción de pupas pinchadas.
- Establecer el nivel de infestación de varroa en la fase forética en cada colmena.
- Identificar las reservas de miel en la cámara de cría de cada colmena.

## 2. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1 APICULTURA

Etimológicamente la palabra apicultura proviene del latín Apis (abeja) y Cultura (cultivo), es decir, la ciencia que mediante la utilización de técnicas se dedica al cultivo de las abejas para aprovechar productos como la miel. Se la puede definir además como “La ciencia aplicada que estudia la abeja melífera y mediante la tecnología se obtienen beneficios económicos”(Prost, 2007).

#### 2.1.1. Historia de la Apicultura

La historia de la apicultura nos habla de la relación entre abejas-hombre desde que este intenta conocer el comportamiento de las abejas, para ello se utilizaban troncos de árboles, colmenas hechas de paja o barro que serían el medio perfecto para la crianza y posteriormente la extracción de la miel. Aproximadamente en el año 1500 a.c se empieza a escribir sobre esta práctica, lo que claramente nos indica que las abejas han tenido un papel fundamental en la vida del hombre desde hace mucho tiempo, mucho antes de ser “domesticadas” (Calatayud, 2005).

Desde épocas ancestrales, la observación de la abeja, su conducta y la vida laboriosa y organizada de los panales despertó una admiración y atracción, hasta el punto de ser tomada como emblema, debido a que la miel se consideraba uno de los más preciados alimentos, era el elemento indispensable en la preparación de medicamentos, elaboración de cosméticos y en la industria (Fernández, 2011).

La apicultura obtuvo gran valor cuando el único elemento conocido para endulzar era la miel, sin embargo el descubrimiento de la caña de azúcar hizo decaer en gran medida la importancia de la apicultura. A partir del siglo XVIII con el avance de

los conocimientos científicos y sobre todo biológicos se lleva a cabo un conocimiento más profundo del comportamiento de los animales individuales y del enjambre (AGA, 2013).

Actualmente existen dos tipos de apicultura:

- Apicultura Sedentaria: Es aquella en la que la ubicación de la colmena no varía y precisa de un aporte de alimento artificial.
- Apicultura Trashumante: Consiste en ir cambiando la situación del apiario siguiendo la localización de la zona geográfica con el fin de obtener un máximo de producción (Rodríguez, 2011).

### 2.1.2. Importancia de la Apicultura

La apicultura tiene gran importancia a nivel socioeconómico y ecológico, se la conoce como una de las principales actividades pecuarias que requiere mano de obra y fuerza de trabajo. La industria apícola es un importante agente generador de empleos y representa un aumento en los ingresos de muchas familias rurales; uno de los principales beneficios de la apicultura radica en la cantidad de productos que generan las abejas en la colmena, por lo tanto su aporte socioeconómico está dado por la producción de productos como miel, propóleo, polen, cera, jalea real, etc. (Gómez y Díaz, 2015).

Según un estudio realizado por la FAO (2005a) se considera que más de 100 especies de cultivos que proporcionan el 90 % del suministro de alimentos para 146 países, aproximadamente 71 cultivos son polinizadas por abejas. Se estima que por lo menos 20 géneros de animales, aparte de las abejas, funcionan como polinizadores para los cultivos más importantes del mundo.

Generalmente la apicultura se asocia únicamente con producción de miel, polen, jalea real y propóleo, sin embargo las abejas cumplen un papel fundamental en la

polinización; que es el proceso mediante el cual se transfiere el polen en las plantas desde el estambre hasta el estigma, permitiendo la germinación y la aparición de nuevos frutos y semillas. Las abejas, como agentes polinizadores, visitan las flores con el fin de buscar su néctar y polen, transportando al mismo tiempo los gránulos que contribuirán a la polinización (Ulloa *et al.*, 2010).

La relación existente entre las plantas con flor y las abejas se ha determinado después de un largo proceso de co-evolución que ha durado más de 100 millones de años; la polinización es una ayuda imprescindible a la formación de los frutos y las semillas que constituyen un tercio de la dieta de la humanidad, de ahí la importancia de este insecto para el mantenimiento de las actuales y futuras necesidades de producción agrícola (Gómez y Díaz, 2015).

### 2.1.3. Apicultura en el Ecuador

La apicultura en el Ecuador ha sido una actividad que se lleva manejando a pequeña escala, generalmente por productores de alrededor de las zonas rurales del todo el país. Esta actividad agrícola no ha logrado tecnificarse debido a ciertos factores, uno de los principales ha sido la falta de inversión del Estado, la escasa participación y poco interés de las poblaciones rurales y el aumento de la deforestación de los bosques en el país, sin embargo en los últimos años se ha evidenciado mayor interés por parte del gobierno hacia este sector de la agricultura. Agrocalidad y el Ministerio de Agricultura y Ganadería han identificado los principales males que atacan a las colmenas y trabajan en la vigilancia, diagnóstico y prevención (Pesantez y Balcázar, 2016).

El Ecuador podría proyectarse a ser uno de los primeros productores de miel de abeja a nivel de Sudamérica, para ello el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) ha implementado el Plan Estratégico 2015 – 2020, con el propósito de fortalecer la población apícola en el país. El registro apícola efectuado por medio del MAG (2018) determinó que en el Ecuador existen 1760 apicultores y 19 155 col-

menas. Las provincias donde la apicultura tiene más influencia son: Loja con 325 apicultores registrados y 2429 colmenas registradas; Manabí con 146 apicultores registrados y 1820 colmenas registradas; Santa Elena cuenta con 144 apicultores y 828 colmenas; Azuay tiene 118 apicultores y 854 colmenas registradas, mientras que en Chimborazo hay 1190 colmenas registradas pertenecientes a 114 apicultores.

En el país actualmente existen dos sistemas de producción de miel de abeja, diferenciados por el nivel de tecnología utilizado. Estos son: sistema de producción familiar y sistema de producción semitecnificado (Calispa y Sandoval, 2015).

## 2.2 ABEJA MELÍFERA

Es conocida como abeja europea o abeja doméstica, fue clasificada por Carlos Lineus en 1758, a partir de entonces numerosos taxónomos describieron variedades geográficas o subespecies. Lleva el nombre científico de *Apis mellifera* (Tabla 1), es la especie de abeja con mayor distribución en el mundo, originaria de Europa, África y parte de Asia y fue introducida en América y Oceanía (Martínez et al., 2017).

Tabla 1. Taxonomía de la Abeja.

Taxonomía	
REINO	Animal
PHYLUM	Arthropoda
CLASE	Insecta
SUBCLASE	Pterygota
DIVISIÓN	Endopterygota
ORDEN	Hymenoptera
SUBORDEN	Apoidea
FAMILIA	Apidae
GÉNERO	<i>Apis</i>
ESPECIE	<i>mellifera</i>

Fuente: Ortega et al. (2012).

### 2.2.1. Características

Las abejas *Apis mellifera* presentan las siguientes características:

- Presentan forma ovalada y miden aproximadamente 5-15 mm de largo.
- Pesan 178-292 mg las reinas, 81-151 mg las obreras y 196-225 mg los zánganos.
- Poseen un par de alas membranosas, siendo el par delantero mucho mayor que el posterior.
- El cuerpo, al igual que todo insecto adulto, está dividido en tres partes: cabeza, tórax y abdomen.
- En la cabeza presentan lateralmente dos grandes ojos compuestos, tres óselos u ojos simples en la parte central y superior de la cabeza, dos antenas y el aparato bucal (lengua y mandíbula).
- En el tórax tiene tres segmentos en los cuales se inserta el aparato locomotor (dos pares de alas y tres pares de patas). Además del desplazamiento, cumplen funciones de transporte de polen y propóleo, de aseo personal y de la colonia, como el moldeo de cera y otros.
- El abdomen está compuesto por siete segmentos visibles y dos segmentos internos modificados (asociados con el aguijón de las obreras y los órganos reproductivos de la reina y del zángano).
- La reina pone un solo huevo en cada celda o alveolo de cera destinado a la cría.
- Los huevos son pequeños, blancos, y con forma oval y sin segmentos (Ortega *et al.*, 2012).

### 2.2.2. Ciclo de Vida

Las abejas en su crecimiento tienen 4 ciclos básicos en su metamorfosis y tiempo de desarrollo varía entre las reinas, obreras y zánganos. (Figura 1).

- 1) Huevo: son pequeños, presentan un color blanco, y forma oval sin segmentos. Las larvas ya sea de reina, obrera o zángano emergen o eclosionan de los huevos después de tres días de vida.
- 2) Larva: se las observa en forma de C, en ellas se aprecian segmentos típicos, son de color blanco. Son alimentadas con jalea real dentro de sus alvéolos, hasta que son lo suficientemente grandes como para realizar la metamorfosis, en ese momento las abejas obreras adultas cierran con cera los alveolos de las pre-pupas, lo que se conoce como celdas operculadas. La duración de esta fase en la reina es de 8 días, obrera y zángano (10 días).
- 3) Pupa: Cuando las celdas han sido operculadas comienza la metamorfosis de las larvas en pupas que madurarán en insectos adultos, el tiempo de desarrollo dependerá si la pupa es de reina, obrera o zángano. Esta fase dura en la reina 5 días, en la abeja obrera 8 días, y el zángano 11 días.
- 4) Adulto: De acuerdo con su desarrollo de pupa, los nuevos adultos se abren camino para salir de sus celdas operculadas (García y Ormosa, 2011).



Figura 1. Ciclo de Vida de las Abejas (Fernández, 2015)

### 2.2.3. Principales Productos Derivados de la Apicultura

Miel: Las abejas producen miel a partir de la recolección de néctar de las flores y sustancias azucaradas de partes vivas de plantas, estos elementos son transportados en su saco de miel hasta las colmenas en donde añaden sustancias específicas propias hasta crear miel, que se almacena con la humedad correcta en panales de cera para que madure. El aroma, gusto y color de la miel son determinados por las plantas de las cuales las abejas han recogido el néctar. Por ejemplo los girasoles, dan a la miel un color dorado; el trébol produce una miel blanca y dulce; las agaves le dan a la miel un sabor desabrido. La miel oscura generalmente tiene un sabor fuerte y a menudo presenta un alto contenido mineral; la miel clara tiene un sabor más delicado. La popularidad de las mieles oscuras y claras cambia de país a país (FAO, 2005b).

La miel es un alimento eminentemente energético que se absorbe directamente porque sus azúcares no necesitan desdoblarse y además contiene vitaminas, minerales y aminoácidos por lo que se recomienda como ingrediente habitual en la dieta. Generalmente en las colmenas se la utiliza como reserva alimenticia, además forman parte de mezclas con polen y jalea real para la alimentación de las crías (Vit, 2004).

Polen: Se obtiene como resultado de compactar el polen de las flores con néctar y sustancias salivares, la abeja obrera recolecta el polen y lo transporta a la colmena para depositarlo en los panales que se encuentran cerca de la cría, seguidamente las abejas agregan sus enzimas, tapan el polen con una capa de miel y posteriormente el polen es transformado en pan de abejas que será utilizado en la alimentación de la cría (Rodríguez, 2011).

El polen apícola se lo recolecta colocando trampas en las colmenas, este procedimiento consiste en forzar la entrada mediante unas rejillas en donde las abejas atraviesan con esfuerzo por lo que el polen adherido en sus patas cae en una caja que el apicultor deberá revisar cada dos días. El polen es un alimento completo, es rico en proteína, además contiene agua, aminoácidos, proteínas, lípidos, carbohidratos,

minerales, vitaminas, enzimas y otros micronutrientes (Bradbear, 2004).

Propóleo: Son las resinas de los brotes, yemas y cortezas de algunos árboles y arbustos, las abejas recogen estas sustancias con sus mandíbulas y les añaden secreciones de sus glándulas, resultando los propóleos, a los que los transportan a la colmena en forma de bolitas en sus cestillos de las patas traseras. Esta sustancia cumple diversas funciones dentro de las colmenas como tapar agujeros, construir, embalsamar grandes enemigos para evitar su putrefacción dentro de la colmena (Cañas, 2002).

El propóleo es un producto muy pegajoso por su naturaleza balsámica y resinosa, contiene terpenos, polisacáridos, ácidos aromáticos, polifenoles, ésteres de ácidos fenólicos, vitaminas y aminoácidos. A esta sustancia se le han atribuido innumerables propiedades medicinales como: aglutinante, antibiótico, antimicrobiano, antibacteriano, antimicótico, antiinflamatorio, hepatoprotector, antioxidante, antihemorrágico, desparasitante, antitumoral, antioxidante, anti edema, desintoxicante etc. (Vit, 2004).

La cera: Es un material producido por las abejas melíferas jóvenes que la segregan como líquido a través de sus glándulas cereras. Al contacto con el aire, la cera se endurece y forma pequeñas escamillas de cera en la parte inferior de la abeja. Las abejas la usan para construir los alveolos hexagonales de sus panales, estos alveolos generalmente se los usan para conservar la miel y el polen, además la reina deposita en ellas sus huevos y las nuevas abejas se crían en su interior. El valor de la cera se lo obtiene a partir de su pureza y color. La de color claro tiene mayor valor que la de color oscuro porque ésta última, puede haber sido contaminada o sobre climatizada. (FAO, 2005b).

Jalea real: Es una mezcla de la secreción de las glándulas hipofaríngeas (de aspecto acuoso) y mandibular (de aspecto lechoso) de las abejas. Estas glándulas están localizadas en la cabeza de las abejas obreras (nodrizas) y su secreción lechosa es del día 3 al 18 de edad, y la acuosa se da entre los 13 y los 23 días de edad. La unión de ambas secreciones origina la jalea real, la misma que está compuesta de agua y mate-

ria seca. Esta última contiene proteínas, lípidos, carbohidratos, vitaminas, hormonas, enzimas, coenzimas y otros (Ortega *et al.*, 2012).

Las colonias de abejas melíferas pueden ser manipuladas por los apicultores para que produzcan grandes cantidades de reinas, entre 50 o más, específicamente para la cosecha de la jalea real. Las abejas obreras producen grandes cantidades de jalea real para lograrlo, la colonia exige mayores cantidades de azúcar y la depositan en los alveolos de las futuras reinas para su alimentación. En vez de dejarlas que se desarrollen y conviertan en reinas, los apicultores las quitan y cosechan la jalea real, la cosecha de la jalea real y su ulterior transformación y envase requieren técnicas hábiles y tecnologías sofisticadas de manipulación de las colonias de abejas, ya que la jalea real se deteriora rápidamente después de su cosecha y tiene que ser congelada o liofilizada para su conservación, almacenamiento, transporte y comercialización (FAO, 2005b).

## 2.3 ORGANIZACIÓN DE LA APICULTURA

### 2.3.1. Apiario

Los apiarios también llamados colmenares, son los espacios donde se distribuyen un grupo de colmenas dispuestas en un determinado terreno por el apicultor, cuya gestión permite considerar que forman una sola unidad epidemiológica (Prost, 2007).

### 2.3.2. Colmenas

Las colmenas son viviendas artificiales creadas por el hombre, pueden ser de paja trenzada, madera o corcho, en las colmenas pueden vivir cerca de 80 000 abejas, entre zánganos, abeja reina y obreras que son las más abundantes. Dentro de una colmena se distinguen varias partes:

- Base o fondo: Constituye la parte baja de la colmena, aquí se puede situar la piquera (apertura por la cual salen y entran las abejas) y el tablero de vuelo.
- Cámara de cría: Es un cajón donde se sitúan los cuadros, se coloca la reina y los estados inmaduros (huevo, larva y pupa).
- Alzas: Son cajones rellenos con cuadros o panales donde se va a situar la miel elaborada por las abejas
- Entretapa y tapa: Techo que cierra la colmena (AGA, 2013).

#### 2.3.2.1. Tipos de Colmenas

Las colmenas son las estructuras más utilizadas en la apicultura moderna, existen de diferentes tamaños y altura, pero la particularidad que las une es que en su interior todas tienen cuadros de madera móviles que permiten una explotación racional sin necesidad de destrucción del nido de cría (Caron *et al.*, 2010).

Langstroth es una colmena inventada por Lorenzo Langstroth y patentada en Estados Unidos en 1852, es la más usada en España, fue un gran avance para la apicultura, simplificó el manejo de las abejas y permitió incrementar significativamente la recolección de miel. Se caracteriza por sus cuadros móviles que permite un adecuado manejo a la hora de dividir una colmena en dos, en virtud que podemos llevar cuadros con cría a otra cámara. Este tipo de colmenas emplea cuadros y alzas intercambiables, tiene una capacidad de cámara de cría de 54 litros y una capacidad de alza melaria de 16kg (Gómez, 2001).

Dadant es una mejora de la colmena Langstroth desarrollada por Charles Dadant, tiene una cámara de cría más grande, suficiente para albergar el nido de la colmena incluso en épocas de mucha cría. Las alzas son más pequeñas y a la reina no le gusta poner cría en ellas por su pequeño tamaño, de esta forma queda dividida la zona de cría y miel, simplificando mucho su manejo. Tiene una capacidad de cámara de cría de 42.4 litros y una capacidad de alza melaria de 25kg (Gómez, 2001).

Layens es una colmena sin alzas, no hay distinción entre la cámara de cría y la zona de miel. En el sur de España se usa mucho para la trashumancia (mover las colmenas de floración en floración). Aunque sus características permiten mover las colmenas con mayor facilidad que otros tipos de colmena, tiene múltiples desventajas. En España están siendo remplazadas por el tipo Langstroth y en Europa hace años que no se usan. Tienen una capacidad de cámara de cría de 68.1 litros (Gómez, 2001).

#### 2.3.2.2. Integrantes de la Colmena

Todas las abejas melíferas son insectos sociales y cooperativos. Los habitantes de una colmena se dividen generalmente en tres tipos:

**Reina:** Es la más importante en la colmena, su principal tarea es la de poner huevos y son las obreras las encargadas de alimentarla. Las reinas nacen en unas celdillas llamadas “realeras”, en forma de bellota que son de un tamaño mayor que las celdas normales. Las obreras alimentan esta larva con jalea real lo que la hace fértil y se diferencia de las obreras normales. Sólo permanece una reina por cada colmena. A los 5 días después de su nacimiento alcanza su madurez sexual, dentro de su cuerpo posee una bolsa llamada espermateca donde almacena los espermatozoides para el resto de su vida, en tiempo cálido la reina sale al exterior para ser fecundada por los zánganos y posteriormente se dedicará a poner huevos para que nazcan nuevas obreras. La reina deposita un huevo en cada celda, si no es fecundado dará un zángano, si es fecundado dará una obrera. La vida de una reina dentro de la colmena puede ser de hasta 5 años, aunque normalmente se sustituyen de forma natural a los dos o tres años (Prost, 2007).

**Los Zánganos:** Son los machos de la colmena, nacen de huevos sin fecundar, son de mayores dimensiones que las obreras, su abdomen es más cuadrado, posee ojos grandes y contiguos. Sus funciones además de fecundar a la reina son ayudar a mantener el calor en la colmena y también repartir el néctar. Luego de fecundar

a la reina tienden a morir para evitar consanguinidad en la colmena, una colonia fuerte posee entre 400 a 500 zánganos, pero en épocas de escasas de alimento son expulsados fuera de la colmena (Prost, 2007).

Las Obreras: Son abejas hembra que no están desarrolladas sexualmente, las obreras son las verdaderas trabajadoras de la colmena, desde que nace una obrera va pasando por distintas tareas dentro de la colmena como: hacer cera, limpiar, alimentar, cuidar, guardianas, y por último pecorear -recolectar polen y néctar de la flora apícola en un determinado lugar geográfico-. Las tareas que realizan las obreras adultas cambian con su edad, este cambio se relaciona con el desarrollo fisiológico de varias glándulas. Una obrera puede volar alrededor de unos 3 km de distancia, aunque normalmente no se alejan más de 1 km en busca de flores. Cuando una abeja encuentra un buen lugar para pecorear, vuelve a la colmena y mediante una danza avisa a las demás obreras de la posición y distancia a la que se encuentra (Layens y Bonner, 2008).

- Aseadoras: Son las abejas más jóvenes, durante sus tres primeros días de vida su trabajo consiste en la limpieza de las celdillas y proporcionar calor a las crías.
- Alimentadoras: Del cuarto al séptimo día de vida mientras sus órganos alcanzan madurez, su tarea es preparar el alimento mezclando miel y polen para alimentar a las crías antes de ser operculadas.
- Nodrizas: Del octavo al noveno día desarrollan por completo madurez de las glándulas que producen la jalea real, su tarea consiste en alimentar a las crías menores suministrando su ración de caldo de jalea real y jalea real más concentrada a las crías destinadas a ser reinas y simultáneamente tienen la tarea de almacenar y madurar la miel.
- Constructoras: De los 12 a 18 días posterior a su nacimiento desarrollan las glándulas cereras que poseen en los anillos del abdomen, a esta edad comienzan a construir sus panales realizando limpieza y comienzan con su labor de

vigilancia.

- Guardianas: De los 19 a 22 días de edad se atrofian las glándulas cereras, realizan el trabajo de vigilancia, cuidado y protección de su colmena no permitiendo la entrada de abejas ajenas a su colmena, ni a la entrada de cualquier ser extraño, también comienzan a realizar sus primeros vuelos de orientación para conocer el exterior.
- Pecoreadoras: A partir de los 23 días en adelante que ya son maduras, su trabajo lo realizan al exterior en contacto con las flores, transportando a su colmena agua, polen, néctar y propóleo (Prost, 2007).

## 2.4 PRINCIPALES CARACTERES SELECCIONABLES EN ABEJAS

En las abejas existen aspectos que son de gran importancia porque favorecen la tendencia a formar grandes colonias. El término de vida de una colonia depende de la supervivencia de una variedad de abejas dentro de ella. Si sólo la reina vive, por ejemplo, la colonia no puede sobrevivir, puesto que ella no puede producir miel ni polinizar las flores (Invernizzi, 2001).

Entre los principales aspectos tenemos:

**Tendencia a acumular reservas:** Básicamente la colmena mantiene reservas calóricas en forma de miel. Se revisa la colmena mediante observación directa para determinar si hace falta alimentación suplementaria. Después de la mielada de verano, en los inicios del otoño, con los panales con reserva suficiente para pasar el invierno, la reina comienza a reducir la puesta de huevos y simultáneamente van muriendo las abejas viejas agotadas por la ardua tarea del pecoreo intensivo del verano. A medida que disminuye el trabajo de pecoreo, también disminuye la actividad de las abejas nodrizas que ya no tienen que alimentar tanta cría. El desgaste de proteínas corporales disminuye y se acumula en las abejas nuevas, que a medida que no tienen que

alimentar más larvas van adquiriendo mayor fortaleza y reservas adiposas y proteicas que redundarán en una mayor longevidad de las mismas (FAO, 2005b).

Resistencia, tolerancia a enfermedades: Es importante implementar en los apiarios métodos serios de elección de líneas resistentes a enfermedades, como loque, varroa, cría yesificada y nosemosis. Desde el punto de vista genético, uno de los ejemplos de selección de líneas resistentes, es la del comportamiento higiénico que mejora la resistencia a las enfermedades, además una colmena sana será más eficiente y eso se traduce en menos trabajo por parte del apicultor (García y Ormosa, 2011).

Conducta higiénica: Es un mecanismo de resistencia natural contra las enfermedades, cuya variabilidad y heredabilidad la califican como un rasgo básico en programas de selección genética. El comportamiento higiénico es la habilidad que tienen las obreras para detectar larvas, pupas enfermas o muertas, desopercular las celdas y remover hacia el exterior de la colonia la cría afectada. Para la selección de colmenas se lo hace a través del nivel de comportamiento higiénico (Tabla 2). Las abejas con buena capacidad higiénica poseen mayor sensibilidad olfatoria y son capaces de discriminar entre crías normales y anormales a una baja intensidad de estímulo (Areneda *et al.*, 2008). El genotipo de una abeja influye fuertemente en la probabilidad de que se inicie el comportamiento higiénico. Las abejas con mayor sensibilidad olfatoria son capaces de detectar y discriminar con precisión la cría normal o enferma a un nivel de estímulo bajo (Gramacho y Spivak, 2003).

Tabla 2. Nivel de Comportamiento Higiénico.

Comportamiento Higiénico	Nivel
<75 %	Leve
75-95 %	Moderado
95 %	Alto

Fuente: Spivak y Gilliam (1993).

Mansedumbre: La mansedumbre permite a las abejas convivir tranquilamente con su entorno dado a que reduce considerablemente el estrés en las colmenas, actualmente los apicultores apuntan a la búsqueda de abejas cada vez más mansas pero no menos productivas, sin embargo es un tema que causa demasiada controversia ya que

algunos productores prefieren las agresivas porque las consideran más productivas y resistentes a las enfermedades. La determinación de la agresividad es un factor que se lo puede apreciar tan solo con abrir la colmena y observar la reacción de las abejas ante el apicultor (García y Ormosa, 2011).

Infestación por varroa: La varroasis en las abejas continúa siendo el principal problema sanitario de la apicultura mundial, se pueden establecer tres niveles de infestación, para tomar decisiones (Tabla 3). El control químico ha sido el método de control más empleado pero puede conducir al desarrollo de cepas de ácaros resistentes a los acaricidas, elevar los costos de producción, causar efectos tóxicos en las abejas y el hombre, y contaminar los productos de la colmena por lo que dificulta su comercialización (Medina *et al.*, 2014). Sin embargo las abejas de manera natural ayudan también a controlar la población de varroa dentro de la colonia, por medio un comportamiento de acicalamiento natural conocido como grooming. Podemos decir que el efecto *★grooming★* o comportamiento de desparasitación (despiojado, auto-limpieza, acicalamiento, comportamiento higiénico, etc), se manifiesta en la práctica de dos formas diferentes:

- Auto-*★grooming★* behavior: o “comportamiento de auto-limpieza”; es decir, un cepillado por parte de la abeja, de su propia cabeza, de su tórax y de su abdomen, con ayuda de su primer y tercer par de patas.
- Allo-*★grooming★* behavior: o “comportamiento de alo-limpieza”; es decir, una limpieza de la abeja por parte de sus congéneres. Estas buscan activamente el ácaro, recorriendo con las antenas todo el cuerpo de la abeja infectada con el propósito evidente de eliminarlo (Olmedo, 2016).

Tabla 3. Nivel de Infestación de Varroa.

Infestación de Varroa	Nivel de infestación	Aplicación de tratamiento
< 5 %	Débil	No necesita tratamiento
5-10 %	Moderada	Puede demorarse hasta dos meses
10-20 %	Grave	No demorarse mas de un mes
> 20 %	Muy grave	Tratamiento inmediato colmena en grave peligro

Fuente: Pérez y Fernández (2014).

## 2.5 TRABAJOS RELACIONADOS

Evaluación del comportamiento higiénico de *Apis mellifera* en relación al nivel de infestación de *Varroa destructor*.

Esta investigación fue realizada en Chile, considerando que uno de los mayores problemas son la incidencia de enfermedades y parásitos. Una de las principales patologías es el ácaro ectoparásito *Varroa destructor*, debido a su difícil control, ya que se reproduce en celdas operculadas de cría, disminuyendo la población de la colonia, por ello se hizo necesario estudiar y analizar la relación existente entre el comportamiento higiénico y la resistencia a este parásito. En este estudio el objetivo principal fue establecer la existencia de relación entre comportamiento higiénico de estación de *Apis mellifera* e infestación de varroa y como objetivos secundarios, evaluar este comportamiento en abeja adulta, celdas de obreras y zánganos, para relacionarlo con la variación de la infestación del ácaro. Para la elaboración de este trabajo se utilizaron 21 colonias de abejas melíferas, en colmenas tipo Langstroth las cuales se evaluaron desde octubre a diciembre del año 2005. A cada colonia se le determinó el porcentaje de comportamiento higiénico a través de la técnica del perforado y el porcentaje de infestación de varroa en abeja adulta, cría de obrera y zángano. Para la toma de muestras se realizaron 4 repeticiones con un mínimo de 15 días de separación entre ellas.

Los resultados obtenidos del análisis estadístico de correlación entre el comportamiento higiénico con los grados de infestación de varroa en abejas adultas, infestación de cría de obrera e infestación de cría de zángano dió como resultado que no hay correlación. Los resultados evidenciaron un bajo y heterogéneo nivel de comportamiento higiénico, donde los valores fluctuaron en promedio en las colonias desde 20 % a 80 % (2 colonias) y la inexistencia de correlación. Los parámetros evaluados presentaron infestaciones promedio de: abeja adulta 4.5 % ; cría obrera 7 % y cría de zángano 31 %, encontrándose bajos parámetros de control inmediato (Araneda *et al.*, 2008).

Evaluación del comportamiento higiénico de *Apis mellifera* en relación a los niveles de infestación de *Varroa destructor* en León, Bocao, Chinandega.

Para garantizar una buena producción, las abejas tienen que presentar un óptimo estado de salud, brindando cuidados necesarios y evitando de ser afectadas por enfermedades como la varroosis producida por el acaro ectoparásito *Varroa destructor*. El principal objetivo del estudio fue determinar relación entre el comportamiento higiénico de las abejas *Apis mellifera* y los niveles de infestación con *Varroa destructor*. Como objetivo secundario se evaluó el comportamiento higiénico en abejas adulta, celdas de obreras y zánganos para relacionarlo con la variación de los niveles de infestación con *Varroa destructor*.

El estudio se lo realizó en los 4 municipios de Nicaragua y se seleccionaron 5 apiarios de 3 departamentos, de los cuales se tomaron 10 colmenas por apiario y se determinó la carga de varroa en abejas adultas y cría, además la conducta higiénica a través de la prueba del pinchazo. Se presentaron cargas altas de varroa en abejas adultas con las siguientes medias en las colmenas muestreadas por departamento: León 2,09 %; Boaco 2.66 % y Chinandega 4,05 %. En la crías el nivel de infestación fue de: León 7,16 %, Boaco 1,16 % y Chinandega 10,50 %. En todas las colmenas estudiadas se presentó un buen comportamiento higiénico, siendo los promedios en León 97,13 %, Boaco 91,50 % y Chinandega 95,99 %. En este estudio no se pudo determinar una relación significativa en los niveles de infestación con varroa y el comportamiento higiénico (Téllez *et al.*, 2015).

Evaluación del comportamiento higiénico de *Apis mellifera* y su relación con los niveles de infestación de *Varroa destructor* en la zona centro de Ecuador.

Los objetivos planteados para este estudio fueron determinar objetiva y cuantitativamente la conducta higiénica de la población de *Apis mellifera* en la zona centro de Ecuador; evaluar la tasa de infestación con *Varroa destructor* en abejas adultas; determinar la producción de miel y proponer lineamientos en base a los resultados obtenidos para un plan de mejoramiento apícola.

Para el estudio se utilizó 16 apiarios de las provincias de Chimborazo y Tungurahua, y en el laboratorio de Biotecnología Animal de la Facultad de Ciencias Pecuarias se evaluó la conducta higiénica de *Apis mellifera* y su relación con el nivel de infestación de *Varroa destructor*. Se realizó la verificación de hipótesis a través de contrastes ortogonales, se aplicó la separación de medias según Tukey ( $p \leq 0.05$ ) y ( $p \leq 0.01$ ). La conducta higiénica presentó diferencias estadísticas, por efecto de los lugares de procedencia de los apiarios, obteniendo una mejor conducta higiénica el apiario Chimborazo 8 (94,5 %) y la menor conducta higiénica se observó en Chimborazo 16 (52,10 %). La relación *Varroa destructor* presentó diferencias estadísticas, por efecto de los lugares de procedencia de los apiarios, obteniendo una mayor infestación en el apiario Tungurahua 4 (9,71 %) y una menor infestación en el apiario Chimborazo 8 (0,42 %). La producción de miel también presentó diferencias estadísticas, por efecto de los lugares de procedencia de los apiarios, obteniendo una mayor producción en el apiario Tungurahua 1 (32,2 kg/colmena/año) y una menor producción de miel en el apiario Chimborazo 8 (12,6 kg/colmena/año). Se recomienda a los apicultores aplicar el “Plan de mejoramiento apícola”, basado en una mejora del manejo, incluyendo la prueba de conducta higiénica y el uso de registros (Alvarez, 2018).

Evaluación del comportamiento higiénico de la abeja melífera (*Apis mellifera* L.), en el apiario de la Universidad Nacional Agraria la Molina (UNALM).

La investigación fue llevada a cabo en el apiario de la Universidad Nacional Agraria la Molina en Perú. El objetivo principal de la investigación fue determinar el comportamiento higiénico o la tasa (%) de remoción de pupas pinchadas (CH), así como determinar la tasa (%) de infestación de varroa en abejas adultas (TIVA), además se evaluó el número de panales con crías y panales con miel, polen y el número estimado de abejas adultas por colmena, otro de los objetivos fue categorizar las colmenas del colmenar según la tasa (%) de remoción de pupas pinchadas o comportamiento higiénico y la tasa (%) de infestación de varroa en abejas adultas. El trabajo fue hecho sobre 52 colonias de abejas europeas (*Apis mellifera* L.), en colmenas Langs-

troth. Los datos experimentales fueron tomados del 4 de marzo al 12 de mayo del 2016. Datos de CH fueron registrados a través de la técnica de la perforación de pupas con alfiler, 24 horas después de la perforación. Los datos de TIVA se obtuvieron en muestras de 300 abejas tomadas de la colonia y evaluadas según el método de David de Jong. Datos acerca de número de panales de crías, panales con miel y polen y número estimado de abejas adultas por colonia, fueron registrados.

Los resultados en el estudio fueron: El comportamiento higiénico o la tasa de remoción de pupas pinchadas fue alta, la cual en promedio fue de 85.42 %. La tasa de infestación de varroa en abejas adultas fue bajo, con un valor porcentual promedio de 1.99. Se encontró una correlación inversa entre el comportamiento higiénico o la tasa de remoción de pupas pinchadas y la tasa de infestación de varroa en abejas adultas,  $r_s = -0,397$ . Las colmenas investigadas tuvieron altos valores de panales con crías, panales con miel y polen, y número de abejas adultas. Se categorizaron las colmenas del colmenar, por comportamiento higiénico o tasa de remoción de pupas pinchadas, y por tasa de infestación de varroa en abejas adultas, en tres y cuatro categorías respectivamente; destacando, en cuanto al comportamiento higiénico, las altamente higiénicas con 55,8 %, de colmenas y, en cuanto a tasa de infestación por varroa en abejas adultas, las de categoría muy baja con 48,1 % de colmenas (Paco, 2018).

### 3. METODOLOGÍA

#### 3.1 MATERIAL Y MÉTODOS

##### 3.1.1. Ubicación

La investigación se llevó a cabo en la Hoya de Loja, que limita al norte por el sector de Guagrahuma-Acapana, al sur por el nudo de Cajanuma, al este por el eje principal de la Cordillera Real de Los Andes y al oeste por las estribaciones del Villonaco. En su territorio se asienta la ciudad del Loja, capital de la provincia y las poblaciones de Solamar, Jimbilla, Las Juntas, San Lucas y Santiago (Maldonado *et al.*, 2011).

##### 3.1.2. Descripción del Experimento

La investigación se llevó a cabo en dos fases: la fase de campo realizada en 6 apiarios ubicados en la Hoya de Loja y la fase de laboratorio realizada en la Agencia de Regulación y Control Fito y Zoonosanitario (AGROCALIDAD- Loja).

###### 3.1.2.1. Fase de Campo

La fase de campo se realizó en 6 apiarios, de los cuales 5 pertenecen a diferentes apicultores ubicados en Cajanuma, Punzara, Virgenpamba, Estancia Norte, Amable María y 1 apiario perteneciente a la Universidad Nacional de Loja ubicado en la Argelia. Las actividades que se efectuaron en esta fase fueron la determinación del Comportamiento Higiénico (CH); Tasa de infestación de Varroa (TIV) y las reservas de miel en cada colmena de los 6 apiarios.

### 3.1.2.2. Fase de Laboratorio

Esta fase se la efectuó en los laboratorios de la Unidad de Sanidad Animal en AGROCALIDAD-LOJA, se realizó una observación directa en el microscopio de las muestras de ectoparásitos tomadas en los diferentes apiarios en la fase de campo. El objetivo fue la verificación e identificación del ácaro varroa.

### 3.1.3. Tamaño de la Muestra

El muestreo para este estudio fue por conveniencia, que es una técnica de muestreo no probabilístico y no aleatorio. Se utilizó un tamaño de muestra de 24 colmenas de *Apis mellifera*, las colmenas fueron tipo Langstroth de dos pisos, distribuidas en los diferentes apiarios.

### 3.1.4. Toma de las Muestras

La toma de muestras se la realizó desde el mes de Marzo a Junio 2019.

- Conducta higiénica (CH): Se realizó tres repeticiones cada 15 días.
- Tasa infestación por varroa (TIV): Se realizó la prueba para conocer el porcentaje de infestación en la fase forética solo el día 0.
- Reservas de miel: Se tomó datos del día 0, día 15 y día 30.

### 3.1.5. Preparación de las Muestras

Comportamiento higiénico (CH): Para la obtención de esta variable se aplicó la técnica del perforado de las crías descrito por Newton y Ostasiewski (1986) modificado y citado (Gramacho y Spivak, 2003). Se identificó y se seleccionó un panal con

cría operculada de cada una de las colmenas en estudio, se procedió a pinchar 100 pupas con una aguja de acero inoxidable, luego se colocó los panales puncionados en sus colmenas de origen y a las 24 horas de realizada la punción, se contabilizó nuevamente la cantidad de celdas desoperculadas, las que aún estén operculadas y las que contengan crías. El CH se obtuvo en cada colmena utilizando la siguiente ecuación:

$$CH = \frac{CV}{CO} \times 100$$

En dónde:

- CH = Comportamiento higiénico
- CV = Número de celdas vacías después de 24 h
- CO (0 hora) = Número de celdas operculadas – perforadas.

Tasa de infestación de varroa: A cada colmena se le aplicó la metodología propuesta y citada por (Jong *et al.*, 1984). Para el estudio se tomó el panel central de cada colmena y se extrajo aproximadamente 200 a 300 abejas adultas en un frasco con agua y detergente, se tapó el frasco y se agitó aproximadamente por un minuto. Para el análisis de la muestra se utilizó dos tamices, uno grueso que se lo colocó en la parte superior y uno fino que se lo colocó en la parte inferior y se realizó el filtrado de la muestra, quedando retenidas en el tamiz superior las abejas y en el inferior los ácaros varroa y finalmente se hizo un recuento de abejas y de ácaros. Para obtener el nivel de infestación de cada colmena se utilizó la siguiente ecuación:

$$NI = \frac{NV}{NA} \times 100$$

En dónde:

- NI = Nivel de infestación.

- NV = Número de ácaros Varroa.
- NA = Número de abejas en la muestra.

Reservas de miel: Todos las colmenas se evaluarón los días 0, 15 y 30, la capacidad de reserva alimenticia se estimó por observación directa, revisando los marcos que contenían miel en la cámara de cría.

### 3.1.6. Variables de Estudio

- Conducta higiénica
- Infestación por varroa en la fase forética
- Reservas de miel
- Procedencia

### 3.1.7. Análisis Estadístico

Los resultados obtenidos de cada parámetro evaluado en la investigación fueron analizados a través de un análisis de varianza (ANOVA) de un factor ( $p < 0.05$ ), pruebas no paramétricas para K muestras independientes (H de Kruskal-Wallis) y pruebas de comparación múltiples de promedios (Tukey HSD). Para realizar los análisis estadísticos se empleó hojas de cálculo Excel 2016 y el programa estadístico “R” versión 3.6.1 de libre acceso.

## 4. RESULTADOS

Una vez realizada la investigación se obtuvieron los siguientes resultados:

### 4.1 Comportamiento Higiénico

La conducta higiénica determinada en la Hoya de Loja como se detalla en la [Tabla 4](#), comprende valores entre el 60 % y 98 % en el apiario 5 y 4 respectivamente. Se detectaron diferencias estadísticas significativas ( $P < 0,05$ ) entre colmenas del sector Amable María, Cajanuma, Virgenpamba, Argelia y Punzara, mientras que en las colmenas de Estancia Norte no se detectó diferencias significativas ( $P > 0,05$ ).

Al comparar el comportamiento higiénico entre los apiarios de los diferentes sectores ([Figura 2](#)), la prueba global nos indica que hay diferencias significativas entre los lugares ( $P < 0,05$ ). Luego al aplicar las pruebas de comparación posthoc sugieren que existen diferencias significativas entre Amable María y Virgenpamba, Estancia Norte y Argelia, Cajanuma y Virgenpamba.

Tabla 4. Comportamiento Higiénico.

Sector	Número de apiario	Número de colmena	CH %	P valor
Amable María	1	1	97	0,0002
		2	82	
		3	89	
		4	97	
Estancia Norte	2	5	90	0,07699
		6	96	
		7	87	
Cajanuma	3	8	92	0,005
		9	71	
		10	70	
		11	86	
Virgenpamba	4	12	69	0,005
		13	62	
		14	95	
		15	98	
		16	73	
Argelia	5	17	60	0,005
		18	84	
		19	94	
Punzara	6	20	82	0,005
		21	73	
		22	74	
		23	93	
		24	94	

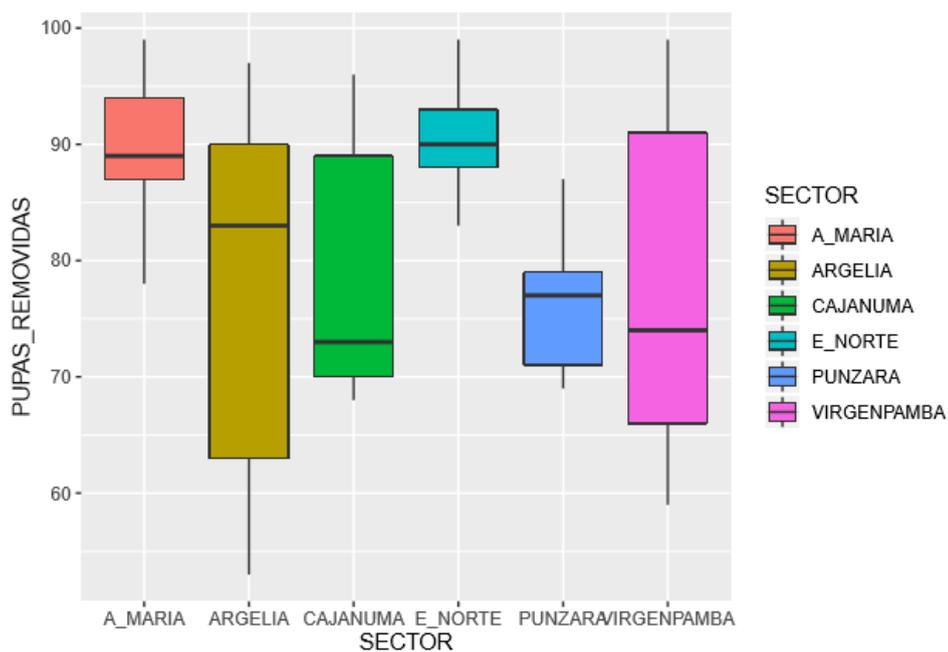


Figura 2. Comportamiento higiénico entre apiarios

#### 4.2 Tasa de Infestación de Varroa

La TIV determinada en las colmenas de los apiarios de la Hoya de Loja comprende valores entre el 1,17 % y 5,60 % en el apiario 1 y 6 respectivamente, como se detalla en la [Tabla 5](#). En esta variable no se detectó diferencias significativas entre colmenas ( $P > 0,05$ ).

Luego, al comparar la tasa de infestación de varroa entre sectores como se muestra en la [Figura 3](#) no se detectaron diferencias significativas ( $P > 0,05$ ).

Tabla 5. Tasa de Infestación de Varroa.

Sector	Número de apiario	Número de colmena	TIV %	P valor
Amable María	1	1	2,38	0,573
		2	2,88	
		3	1,17	
		4	2,48	
Estancia Norte	2	5	2,65	0,9886
		6	2,87	
		7	2,76	
Cajanuma	3	8	2,07	0,2615
		9	3,34	
		10	5,14	
		11	3,15	
Virgenpamba	4	12	1,18	0,6053
		13	1,85	
		14	1,98	
		15	1,59	
		16	3,17	
Argelia	5	17	3,66	0,2011
		18	1,41	
		19	1,95	
Punzara	6	20	5,60	0,5021
		21	3,15	
		22	3,32	
		23	3,17	
		24	3,02	

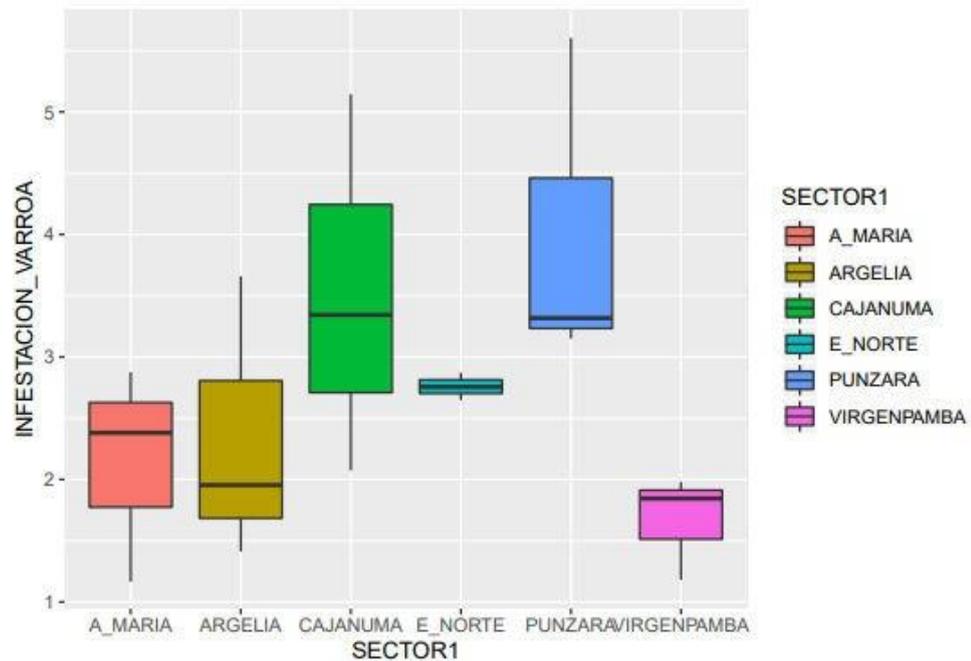


Figura 3. Tasa de infestación de varroa entre apiarrios.

### 4.3 Reservas de Miel

Las reservas de miel en las colmenas estudiadas tuvieron una variación entre 1 y 3 marcos con panales de miel, como se muestra en la [Tabla 6](#). Se detectaron diferencias significativas ( $P < 0,05$ ) en las colmenas del sector Amable María, Estancia Norte y Punzara, mientras que en las colmenas de Cajanuma, Virgenpamba y Argelia no se encontraron diferencias significativas ( $P > 0,05$ ).

Comparando esta variable entre sectores, la prueba global nos indica que hay diferencias significativas entre los lugares ( $P = 0,012$ ). Luego al aplicar las pruebas de comparación posthoc sugieren que existen diferencias significativas entre Estancia Norte y Argelia, Argelia y Punzara.

Tabla 6. Reservas de Miel.

Sector	Número de apiario	Número de colmena	Número de panales con miel	P valor
Amable María	1	1	2	0,0144
		2	2	
		3	1	
		4	1	
Estancia Norte	2	5	2	0,06659
		6	2	
		7	1	
Cajanuma	3	8	1	0,487
		9	1	
		10	1	
		11	2	
Virgenpamba	4	12	3	0,0723
		13	2	
		14	2	
		15	2	
		16	2	
Argelia	5	17	1	0,0787
		18	2	
		19	1	
Punzara	6	20	2	0,0289
		21	1	
		22	1	
		23	2	
		24	1	

## 5. DISCUSIÓN

### 5.1 Comportamiento Higiénico.

[Araneda et al. \(2008\)](#) en Chile, evaluaron 21 colmenas de *Apis mellifera*, en cada una se determinó el porcentaje de comportamiento higiénico a través de la técnica del perforado; y al comparar la conducta higiénica entre colmenas, comprobaron que existe diferencias estadísticamente significativas ( $P < 0,05$ ), lo que concuerda con nuestro estudio realizado en Hoya de Loja en donde se detectaron diferencias significativas ( $P < 0,05$ ) entre las colmenas evaluadas. Sin embargo en su estudio evidenciaron un bajo y heterogéneo nivel de comportamiento higiénico, encontrando valores que fluctuaron entre el 20 % y 80 %. Así mismo [Medina et al. \(2014\)](#) en México, al estudiar el comportamiento higiénico en 57 colmenas encontró una considerable variación en el nivel de expresión entre el 19 % y 100 % en las colonias evaluadas. Los valores anteriormente expuestos no concuerdan con nuestro trabajo, ya que al evaluar la conducta higiénica en la Hoya de Loja se encontraron valores entre el 60 % y 98 %. Estas variaciones en los resultados posiblemente se deben a que la reina usualmente copula con 10 a 17 zánganos para poder llenar su espermateca, donde guarda estos espermias en forma de paquetes que va usando en forma alternada, los mismos que pueden poseer buenas o malas características higiénicas. Además, existen otras características que se les puede atribuir a las expresiones del comportamiento higiénico, entre estos factores están los ambientales, la condición de fortaleza de la colmena y posiblemente la procedencia de las colonias ya sea obtenida de enjambres o por selección ([Palacio et al., 2000](#)).

[Álvarez \(2018\)](#) en Ecuador, estudió el comportamiento higiénico de *Apis mellifera*, en 2 localidades diferentes, las colmenas evaluadas presentaron diferencias estadísticas significativas ( $P < 0,05$ ) por efecto de la procedencia de los lugares, obteniendo variaciones entre el 52 % y 94 %. Estudios similares realizados por [Principal](#)

[et al. \(2008\)](#) en Venezuela al evaluar en 3 localidades diferentes el CH de abejas africanizadas en colmenas tipo Langstroth, encontraron variaciones en los resultados de la expresión del comportamiento higiénico de las abejas obreras, detectaron valores entre el 59 % y 95 %. Resultados que son similares a los obtenidos en la presente investigación ya que se evidenció variaciones en el comportamiento higiénico de los 6 sectores en estudio entre 60 % y 98 %. Estos resultados similares posiblemente se deben a que se ha determinado que las *Apis mellifera* poseen mayor sensibilidad olfatoria y son capaces de discriminar entre crías normales y anormales a una baja intensidad de estímulo, detectando y removiendo crías enfermas, muertas o parasitadas de una manera rápida y eficiente ([Gramacho y Spivak, 2003](#)). Por otro lado [Espinoza et al. \(2007\)](#) mencionan que la elección del método a utilizar para evaluar la conducta higiénica, influye para que el comportamiento higiénico sea mayor, estos autores determinaron que el perforado de la cría es más eficaz en cuanto a la cantidad de pupas muertas removidas, además que es el método más rápido, práctico y económico.

## 5.2 Tasa de Infestación de Varroa.

[Álvarez \(2018\)](#) en Ecuador, al evaluar la infestación de *Varroa destructor* en 16 apiarios detectó diferencias estadísticamente significativas ( $P < 0,05$ ), los porcentajes de infestación de varroa se encontraron entre el 0,42 % y 9,71 %. Así mismo, [Paco \(2018\)](#) en Perú, en su investigación realizada en 52 colmenas de un mismo apiario para determinación de TIV de *Apis Mellifera* encontró valores entre 0 % y 5,60 %. Los resultados expuestos por los autores no concuerdan con los obtenidos en la investigación realizada en la Hoya de Loja, debido a que no se detectó diferencias significativas en ninguna colmena de los 6 apiarios muestreados ( $P > 0,05$ ), y las variaciones de la tasa de infestación de varroa fueron entre 1,17 % y 5,60 %. Estas diferencias posiblemente se dan debido a que la tasa de infestación de varroa depende netamente del manejo técnico que se les proporcione a las colmenas y además un factor importante es la genética de las abejas que influye en el alto o bajo grado de tolerancia a varroa, otro aspecto que influye en las variaciones de infestación es la trashumancia

que ha sido reconocida desde hace mucho tiempo como el factor determinante de la extensión de este ectoparásito (Medina *et al.*, 2014).

Medina *et al.* (2014) en México, en su investigación realizada en 57 colmenas de abejas africanizadas *Apis mellifera* al estudiar los porcentajes de infestación de varroa no obtuvieron diferencias significativas entre los grupos de colmenas analizadas ( $P > 0,05$ ). En Cuba una investigación realizada por Sanabria *et al.* (2015) en 162 colmenas determinó que la tasa media de infestación de varroa en la fase forética es del 3,61 % con un rango entre 2,10 % y 5,56 %. De igual manera Araneda *et al.* (2008) en Chile, al analizar la tasa de infestación de varroa en la fase forética determinó que los porcentajes de infestación se mantuvieron constantes entre el 4,5 % y 7 % encontrándose bajo el parámetro de control inmediato. Los resultados de estas investigaciones se aproximan a los obtenidos en el estudio realizado en la Hoya de Loja ya que se encontraron valores entre el 1,17 % y 5,60 %, valores que en nuestro medio son aceptables y no requieren un control inmediato. Estos resultados similares pueden deberse a que existe un comportamiento de desparasitación en abejas melíferas, conocido como *grooming*, es un factor muy importante que hay que considerar como un criterio en la selección de reinas y como un factor de resistencia a enfermedades, ya que al parecer nos estaría indicando la presencia de una resistencia de la abeja a varroa, lo que a mediano plazo nos puede conducir a una disminución de los tratamientos (Olmedo, 2016).

### 5.3 Reservas de Miel

Paco (2018) en Perú, en su investigación realizada en 52 colmenas para evaluar las reservas de miel mostró resultados comprendidos entre 1 y 6 panales con miel, mientras que en nuestro estudio se logró evidenciar variaciones entre 1 y 3 panales con miel. Resultados que no concuerdan con los obtenidos en la Hoya de Loja debido a que la colmena no solo mantiene reservas en los panales en forma de miel y de polen, sino que además mantiene reservas de proteínas en el abdomen de la abeja

nodriza en los llamados cuerpos adiposos o proteína corporal (Valega, 2015). Las proteínas del polen y los azúcares del néctar, están en estados dinámicos de movimiento en la colmena, basada sobre la disponibilidad de las materias primas del pecoreo y los requisitos de nutrientes de la reina, de las larvas, las nodrizas, las pecoreadoras y de los zánganos. Otro de los factores que influyen es el manejo técnico que se les proporciona a los apiarios, la época del año, la floración y el tipo de alimentación (FAO, 2005b).

## 6. CONCLUSIONES

La conducta higiénica de las colmenas de *Apis mellifera* de los apiarios evaluados en diferentes sectores de la Hoya de Loja, tuvieron valores que van entre el 60 % y 98 %, que corresponden a un comportamiento entre leve y altamente higiénico.

Se establece que todas las colmenas analizadas presentaron Varroasis y el grado de infestación fluctuó entre en 1,17 % y 5,60 %, sin embargo, no se constituye como un problema sanitario que requiere de un control inmediato.

En las colmenas estudiadas se determinaron entre 1 y 3 marcos como reservas de miel, valores que demuestran una buena capacidad de las abejas para mantener reservas, a pesar de los factores externos que inciden en esta variable.

## **7. RECOMENDACIONES**

Se recomienda a los apicultores de la Hoya de Loja llevar un manejo tecnificado de sus colmenas, para obtener un mejor conocimiento sobre la conducta de las abejas, así mismo es necesario realizar periódicamente un control de enfermedades para corregir a tiempo cualquier problema que ponga en riesgo la colmena, fomentando una cultura de prevención y no de curación, y de esa manera aprovechar todos los beneficios que nos brinda la apicultura.

Es necesario fomentar la unión de los apicultores de la Hoya de Loja, creando una asociación para establecer vínculos con diferentes entidades públicas como MAG, Agrocalidad, la prefectura y el municipio con la finalidad gestionar proyectos y capacitaciones en temas de interés sobre producción y manejo de la apicultura; los mismos que ayudarán a obtener una producción eficiente y responsable que sea rentable y sostenible.

Se recomienda continuar con estudios relacionados acerca de los diferentes factores de selección de colmenas que existen, como la evaluación de la prolificidad, vitalidad, aversión a enjambre y mansedumbre, para afianzar las bases necesarias que permitan aportar con datos reales y pertinentes a los apicultores y estos a su vez empiecen un programa de mejoramiento genético, a través de la selección.

## 8. BIBLIOGRAFÍA

- AGA. (2013). *Apicultors Gironins Associats (AGA), Definición, historia e importancia de la apicultura.*
- Álvarez, C. (2018). “Evaluación de la conducta Higiénica de *Apis mellifera* y su relación del nivel de infestación de *Varroa Destructor* en la Zona Centro de Ecuador”. , 54.
- Araneda, X., Pérez, R., Castillo, C., y Medina, L. (2008). Evaluación del comportamiento higiénico de *apis mellifera* l. en relación al nivel de infestación de *varroa destructor anderson & truman*. *Idesia (Arica)*, 26(2), 59–67.
- Bradbear, N. (2004). *La apicultura y los medios de vida sostenibles* (Vol. 1). Food & Agriculture Org.
- Calatayud, F. (2005). Historia de la apicultura: Evolución y conceptos básicos.
- Calispa, A., y Sandoval, C. (2015). ”*Buenas Prácticas Apícolas* ”AGROCALIDAD.
- Cañas, S. (2002). *Los productos de la colmena.*
- Caron, D., Sammataro, D., Vanegas, R., Mares, B., y Ledo, J. (2010). *Manual Práctico de Apicultúra.*
- Espinosa, L., Guzmán, E., Sánchez, A., Montaldo, H., y Correa, A. (2007). Estudio comparativo de tres pruebas para evaluar el comportamiento higiénico en colonias de abejas (*Apis mellifera* L.).
- FAO. (2005a). *Enfoque Protección a los polinizadores , Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.*
- FAO. (2005b). *La Apicultura y los medio de vida sostenible , Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación FAO.* Roma, Italia.

- Fernández, R. (2015). *Ciclo de vida de las abejas melíferas (ABEJAPEDIA)*.
- Fernández, P. (2011). *Dones Del Cielo. Abeja Y Miel en El Mediterráneo Antiguo*. Editorial UNED.
- García, A., y Ormosa, C. (2011). Las 20000 hijas de la miel.
- Gómez, A. (2001). Tipos de colmenas, Asociación de Apicultores Guadalhorce.
- Gómez, A., y Díaz, A. (2015). *La importancia de la apicultura*.
- Gramacho, K., y Spivak, M. (2003). Differences in olfactory sensitivity and behavioral responses among honey bees bred for hygienic behavior. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 54(5), 472–479. doi: 10.1007/s00265-003-0643-y
- Invernizzi, C. (2001). Resistencia a la enfermedad de cría yesificada por colonias de apis mellifera con eficiente comportamiento higiénico (hymenoptera, apidae). *Iheringia, Série Zoologia*, 91, 109–114.
- Jong, D., Gonçalves, L. S., y Morse, R. A. (1984). Dependence on climate of the virulence of varroa jacobsoni. *Bee world*, 65(3), 117–121.
- Layens, G., y Bonner, G. (2008). *Curso Completo de Apicultura*. Editorial Maxtor.
- MAG. (2018). *Ecuador tiene 1760 apicultores registrados*. Ministerio de Agricultura y Ganadería.
- Maldonado, N., Vélez, J., y Vivar, F. (2011). *Hoya Central Oriental del Zamora conocida como Hoya de Loja*.
- Martínez, L., Rolando, W., y Matínez, J. (2017). Apicultura: Manejo, Nutrición, Sanidad y Flora Apícola. En (p. 104). México.
- Medina, C. A., Guzmán, E., Aréchiga, C. F., Gutiérrez, H., y Aguilera, J. I. (2014). Producción de miel e infestación con Varroa destructor de abejas africanizadas (Apis mellifera) con alto y bajo comportamiento higiénico. *Revista mexicana de ciencias pecuarias*, 5(2), 157–170.

- Olmedo, R. (2016). *Comportamiento de desparasitación o efecto grooming en Apis mellifera. Apiservices.*
- Ortega, N., Martínez, R., Vásquez, R., y Maldonado, W. (2012). *Manual técnico de Apicultura Abeja (Apis mellifera).* Colombia.
- Paco, A. (2018). “Evaluación del comportamiento Higiénico de la Abeja Melífera (Apis mellifera ) en el apiario de la Universidad Nacional Agraria la Molina (UNALM)” . , 85.
- Palacio, M. A., Figini, E. E., Ruffinengo, S. R., Rodríguez, E. M., del Hoyo, M. L., y Bedascarrasbure, E. L. (2000). Changes in a population of apis mellifera l. selected for hygienic behaviour and its relation to brood disease tolerance. *Apidologie*, 31(4), 471–478.
- Pesantez, B. R. J., y Balcázar, C. (2016). *Apicultura en el ecuador.* Loja.
- Principal, J., D’Aubeterre, R., Barrios, C. J., Puzzar, S., Rosa, S. B., y Fuselli, S. R. (2008). Hygienic behavior of africanized honeybees (apis mellífera scutellata lepeletier) in apiaries of lara state, venezuela.
- Prost, J. (2007). *Apicultura: conocimiento de la abeja. Manejo de la colmena.* Mundi-Prensa Libros.
- Pérez, I., y Fernández, P. (2014). *Situación de la varroasis. Valoración de las tasas de infestación de Varroa.*
- Rodríguez, F. O. (2011). *Apicultura para pequeños emprendedores.* Fabián Rodríguez.
- Sanabria, J. L., Demedio, J., Pérez, T., Peñate, I., Rodríguez, D., y Lóriga, W. (2015). Índices de infestación por varroa destructor en colmenas sin medidas de control. *Revista de salud animal*, 37(2), 118–124.

- Spivak, M., y Gilliam, M. (1993). Facultative expression of hygienic behaviour of honey bees in relation to disease resistance. *Journal of Apicultural Research*, 32(3-4), 147–157.
- Téllez, D. A., Martínez, M., y Adán, M. (2015). *Evaluación del comportamiento higiénico de apis mellifera en relación a los niveles de infestación de varroa destructor en león, boaco, chinandega, agosto-noviembre 2013* (Tesis Doctoral no publicada).
- Ulloa, J. A., Mondragón, P., Rodríguez, R., Reséndiz, J., y Rosas, P. (2010). La miel de abeja y su importancia. *Revista Fuente*, 2(4), 11–18.
- Valega, O. (2015). *Las Reservas de los Alimentos en la Colmena*.
- Vit, P. (2004). Productos de la colmena recolectados y procesados por las abejas: Miel, polen y propóleos. *Revista del Instituto Nacional de Higiene Rafael Rangel*, 35(2), 32–39.

## Anexo I: Fotografías del Trabajo de Campo



Figura 4. Toma de muestra para determinación de infestación de varroa.



Figura 5. Punción de pupas para determinar conducta higiénica.



Figura 6. Revisión de colmenas a las 24 horas.



Figura 7. Comportamiento higiénico del 89%.



Figura 8. Comportamiento higiénico del 96%.

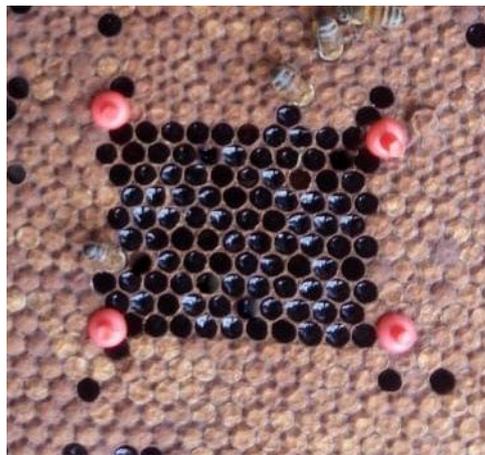


Figura 9. Comportamiento higiénico del 100%.

## Anexo II: Fotografías del Laboratorio



Figura 10. Lavado y filtrado de la muestra.



Figura 11. Cálculo de número de abejas por muestra.



Figura 12. Vista en el microscopio del ácaro Varroa.