

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROPECUARIA



“EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO HIGIÉNICO DE LA ABEJA MELÍFERA, (*Apis mellifera* L.), EN EL APIARIO DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA (UNALM)”

Tesis presentada por la Bachiller:

AMALIA PACO GOMEZ

Para optar al Título Profesional de:

INGENIERO AGROPECUARIO

ASESORES:

MGT.VÍCTOR LÓPEZ DURAND-UNSAAC

DR. AGUSTÍN MARTOS TUPES-UNALM

Tesis financiada por la UNSAAC

CHUMBIVILCAS – CUSCO – PERÚ

2018

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

**“EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO HIGIÉNICO DE LA
ABEJA MELÍFERA, (*Apis mellifera* L.), EN EL APIARIO DE LA
UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA (UNALM)”**

Presentado por:
AMALIA PACO GOMEZ

Sustentada y aprobada ante el siguiente jurado:

Mg. Sc. Roger Alex Romero De La Cuba
PRESIDENTE

Mg. Sc. Wilfredo Catalán Bazán
1er. REPLICANTE

Ing. Cesar Palomino Tinco
2do. REPLICANTE

Mgt. Doris Flor Pacheco Farfán
1er. INTEGRANTE

Dra. Anali Lizárraga Farfán
2do. INTEGRANTE

DEDICATORIA

A Dios, por guiarme en cada momento de mi vida para el logro de esta meta tan anhelada.

A mis padres Alberto y Julia por todo su apoyo y confianza.

A mis hermanos Abel, Erwin y José, y demás familiares que de alguna forma contribuyeron en mi educación.

A mis amigos de ayer, hoy y siempre.

“La vida a veces nos pone en situaciones muy difíciles y la forma como la afrontamos define el tipo de persona que somos”.

AGRADECIMIENTOS

A la UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO en especial a la Facultad de Ciencias Agrarias, a la escuela profesional de Ingeniería Agropecuaria.

A la UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA, Facultad de Agronomía, Departamento de Entomología, en especial al Proyecto de Investigación y Proyección Social Apícola La Molina (PIPSA – La Molina).

Al Dr. Agustín Martos Tupes, patrocinador del presente trabajo de investigación, por sus enseñanzas y contribución en el desarrollo y redacción final del presente trabajo.

Al Mgt. Víctor López Durand, patrocinador del presente trabajo de investigación, por sus consejos, sugerencias y colaboración para la conclusión de esta tesis.

Al Mg. Sc. Julián Chura Chuquija, por el apoyo brindado en el análisis estadístico de los datos de este trabajo.

A la Ing. María Angélica Acosta, por sus valiosas sugerencias en la ejecución de este trabajo.

A los Amigos, David Briceño y Juan Carlos Oré por el apoyo brindado durante la investigación.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
DE LOS JURADOS	ii
DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTOS	iv
RESUMEN	v
ABSTRACT	vi
INTRODUCCIÓN	vii
I. PROBLEMA OBJETO DE INVESTIGACIÓN	1
1.1. Identificación del problema objeto de investigación	1
1.2. Planteamiento del problema.....	1
1.2.1. Pregunta general	1
1.2.2. Pregunta específica	1
II. OBJETIVOS Y JUSTIFICACIÓN	3
2.1. Objetivos	3
2.1.1. Objetivo general.....	3
2.1.2. Objetivos específicos	3
2.2. Justificación.....	4
III. HIPÓTESIS	5
3.1. Hipótesis general.....	5
3.2. Hipótesis específicas.....	5
IV. MARCO TEÓRICO	6
4.1. Aspectos relativos al comportamiento higiénico de las abejas.....	6
4.1.1. Métodos para determinar el comportamiento higiénico	6
4.1.2. Factores que influyen en la expresión del comportamiento higiénico ..	7
4.1.3. Mejoramiento genético por selección.....	8
4.2. Investigaciones relacionadas al comportamiento higiénico de las abejas melíferas.....	10
4.3. Aspectos relativos a la varroasis	14
4.3.1. Antecedentes en el Perú.....	15

	Pág.
4.4. Estrategias de control del ácaro	16
4.5. Métodos para determinar el porcentaje de infestación de varroa	16
V. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	17
5.1. Tipo de investigación.....	17
5.2. Ubicación espacial	17
5.2.1. Ubicación política.....	17
5.2.2. Ubicación geográfica	17
5.2.3. Ubicación Hidrográfica.....	19
5.2.4. Ubicación ecológica	19
5.3. Periodo experimental	19
5.4. Materiales empleados en la investigación.....	19
5.4.1. Material biológico	19
5.4.2. Material no biológico	20
5.5. Metodología.....	25
5.5.1. Determinación del comportamiento higiénico (CH) o tasa (%) de remoción de pupas pinchadas.	25
5.5.2. Determinación de la tasa (%) de infestación de varroa en abejas adultas (TIVA).....	29
5.5.3. Análisis estadístico de los datos	29
5.5.4. Determinación del número de panales con crías, panales con miel y polen y número de abejas adultas por colmena.	33
5.5.5. Categorización de las colmenas del colmenar de la UNALM	33
VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	36
6.1. Tasa de remoción de pupas pinchadas o comportamiento higiénico.	36
6.2. Tasa de infestación de varroa en abejas adultas	40
6.2.1. Correlación entre la tasa (%) de pupas removidas o comportamiento higiénico (CH) y la tasa (%) de infestación de varroa en abejas adultas (TIVA).....	42
6.3. Número de panales con crías y panales con miel y polen, y número estimado de abejas adultas por colmena.	43

6.3.1. Número y porcentaje de colmenas según el número de panales con crías.	46
6.3.2. Número y porcentaje de panales con miel y polen	46
6.3.3. Número estimado de abejas adultas por colmena	47
6.4. Categorización de las colmenas del colmenar UNALM.....	47
6.4.1. Categorización de las colmenas según el comportamiento higiénico (CH) o tasa (%) de remoción de pupas pinchadas.	47
6.4.2. Categorización de las colmenas según tasa (%) de infestación de varroa en abejas adultas (TIVA).	52
VII. CONCLUSIONES Y SUGERENCIAS.....	55
7.1. Conclusiones.....	55
7.2. Sugerencias	56
VIII. BIBLIOGRAFÍA	57
ANEXOS	63

ÍNDICE DE CUADROS

Pág.

Cuadro 1: Tabla de evaluación de colmenas para el estudio del comportamiento higiénico. La Molina-Lima, 2016.	24
Cuadro 2: Tasa (%) de pupas removidas o comportamiento higiénico (CH) por abejas <i>Apis mellifera</i> L., en colmenas de la UNALM. La Molina-Lima, 2016.....	38
Cuadro 3: Tasa (%) de infestación de varroa en abejas adultas (TIVA). La Molina-Lima, 2016.	41
Cuadro 4: Panales con crías, panales con miel y polen, y abejas adultas por colonia; expresados en número. La Molina-Lima, 2016.	45
Cuadro 5: Número y porcentaje de colmenas, según el número de panales con crías. La Molina-Lima, 2016.	48
Cuadro 6: Número y porcentaje de colmenas según el número de panales con miel y polen. La Molina-Lima, 2016.	49
Cuadro 7: Número y porcentaje de colmenas, según el número estimado de abejas adultas por colmena. La Molina-Lima, 2016.	50
Cuadro 8: Porcentaje de colmenas según categorías de comportamiento higiénico. La Molina-Lima, 2016.	51
Cuadro 9: Porcentaje de colmenas según categorías de tasa de infestación por varroa. La Molina-Lima, 2016.	54

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Pág.

Fotografía 1: Varroa destructor sobre <i>Apis mellifera</i> . a. Ácaro en abeja adulta; b. Ácaro en pupa.	15
Fotografía 2: Ubicación del apiario de la Universidad Nacional Agraria La Molina. La Molina-Lima, 2016.....	18
Fotografía 3: Colmenas de un solo cuerpo en el apiario experimental. Vista lateral externa. La Molina-Lima, 2016.....	22
Fotografía 4: Colmena de un cuerpo. Vista superior interna. La Molina-Lima, 2016.....	23
Fotografía 5: Área del panal con crías operculadas de obrera (pupas) delimitada con palitos mondadientes. La Molina-Lima, 2016. ..	26
Fotografía 6: Cabezal del marco con el número de colmena en estudio. La Molina-Lima, 2016.	27
Fotografía 7: Área del panal con celdas vacías por remoción de pupas. La Molina-Lima, 2016.	28
Fotografía 8: Abejas adultas en bandeja de fondo blanco con agua y detergente. La Molina-Lima, 2016.	30
Fotografía 9: Tamizado del contenido de la bandeja para separar las varroas de las abejas. La Molina-Lima, 2016	31
Fotografía 10: Varroas en placa de Petri. La Molina-Lima, 2016.....	32
Fotografía 11: Conteo de abejas adultas. La Molina-Lima, 2016.....	32
Fotografía 12: Panal con crías (cría operculada de obrera). La Molina-Lima, 2016.....	34
Fotografía 13: Panal con miel y polen y abejas adultas. La Molina-Lima, 2016.....	35

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Pág.

Gráfico 1: Porcentaje promedio de pupas removidas y pupas no removidas por abejas <i>Apis mellifera</i> L., en colmenas (n = 52) de la UNALM. La Molina-Lima, 2016.	39
Gráfico 2: Número y porcentaje de colmenas, según el número de panales con crías. La Molina-Lima, 2016.	48
Gráfico 3: Número y porcentaje de colmenas según el número de panales con miel y polen. La Molina-Lima, 2016.	49
Gráfico 4: Número y porcentaje de colmenas, según el número estimado de abejas adultas por colmena. La Molina-Lima, 2016.	50
Gráfico 5: Porcentaje de colmenas según categorías de comportamiento higiénico. La Molina-Lima 2016.	51
Gráfico 6: Porcentaje de colmenas según categorías de tasa de infestación por varroa. La Molina-Lima, 2016.	54

ÍNDICE DE ANEXOS

Pág.

Anexo 1: Datos meteorológicos durante el periodo de desarrollo de la investigación, según la estación meteorológica Alexander Von Humboldt, de la Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM). La Molina-Lima, 2016.	64
Anexo 2: Tabla de evaluación de colmenas para el estudio del comportamiento higiénico con datos registrados durante el periodo de la investigación. La Molina-Lima, 2016.	65
Anexo 3: Análisis de correlación de Spearman. La Molina-Lima, 2016.....	66
Anexo 4: Fotografía de Alimentación de colmenas. La Molina-Lima, 2016.....	68
Anexo 5: Fotografía de Muestra de abeja adulta rotulado con el número de colmena evaluada.	68
Anexo 6: Fotografía del área del panal con pupas no removidas. La Molina-Lima, 2016.....	69
Anexo 7: Fotografía de una colmena con 100% de remoción de pupas. La Molina-Lima, 2016.	69
Anexo 8: Constancia de investigación para fines de tesis realizada en la Universidad Nacional Agraria La Molina. La Molina-Lima, 2018. ...	70

RESUMEN

La investigación fue llevada a cabo en el apiario de la Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM) con el propósito de evaluar el comportamiento higiénico y los niveles de infestación de varroa en abejas adultas. El trabajo fue hecho sobre 52 colonias de abejas europeas *Apis mellifera* L., en colmenas Langstroth. 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). 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. Las colonias fueron agrupadas en categorías de acuerdo al CH y el TIVA, por separado. El análisis estadístico de los datos se hizo empleando el coeficiente de correlación de Spearman (r_s), utilizando el programa SAS (Statistical Analysis System) y los datos de CH y TIVA. El comportamiento higiénico (CH) o tasa (%) de remoción de pupas pinchadas fue alta con un promedio de 85.42%. La tasa (%) de infestación de varroa en abejas adultas (TIVA) fue bajo, con un valor promedio de 1.99 %. El test de correlación de Spearman entre el comportamiento higiénico (CH) o la tasa (%) de remoción de pupas pinchadas y la tasa (%) de infestación de varroa en abejas adultas (TIVA), fue $r_s = -0.397$, valor que sugiere relación inversa baja. Las colonias investigadas tuvieron altos valores de panales con crías, panales con miel y polen, y número de abejas adultas. Se categorizaron las colmenas del colmenar UNALM, por comportamiento higiénico (CH) o tasa (%) de remoción de pupas pinchadas, y por tasa (%) de infestación de varroa en abejas adultas (TIVA), en tres y cuatro categorías, respectivamente; destacando, en cuanto al comportamiento higiénico (CH), las altamente higiénicas con 55.8% de colmenas y, en cuanto a tasa (%) de infestación por varroa en abejas adultas (TIVA), las de categoría muy baja con 48.1% de colmenas.

Palabras clave: comportamiento higiénico en abejas melíferas, tasa de remoción de pupas, tasa de infestación de varroa en abejas adultas, *Apis mellifera* L.

ABSTRACT

The research was carried out at Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM) apiary in order to evaluate the hygienic behavior (HB) or pupal removal level and the of varroa infestation level on adult bees (VILA). Work was done on 52 european bee colonies of *Apis mellifera* L., in Langstroth hives. The main task of the research was to determine the hygienic behavior (HB) or pupal removal level and the varroa infestation level on adult bees (VILA). Data was registered from march 4 to may 12, 2016. Data about hygienic behavior or pupal removal level were registered through the pupae pin-killing technique, 24 hours after the perforation. Data about varroa infestation level on adult bees (VILA) were registered on 300 adult bees of each colony according to David de Jong method. Data about number of brood combs, combs with honey and polen and the estimated number of adult bees per colony were registered. Colonies were grouped into categories according to HB and VILA. Statistical analysis data was done using the Spearman correlation statistical coefficient (r_s), using the SAS (Statistical Analysis System) and data about HB and VILA. The hygienic behavior (HB) or pupal removal level was high as an average of 85.42 %. Varroa infestation level on adult bees (VILA) was low, with an average of 1.99 %. Spearman correlation test among pupal removal level or hygienic behavior (HB) and the infestation level of varroa on adult bees (VILA) was $r_s = -0.397$, value that suggest low inverse correlation. Colonies evaluated had high values about brood combs, honey and polen combs, and adult bees number. UNALM colonies were grouped according to hygienic behavior (HB) or pupal removal level, and varroa infestation level on adult bees (VILA), into three and four categories, respectively; showing a best performance on HB colonies with high level with 55.8 % and about TIVA colonies with too low infestation with 48.1 %.

Keywords: hygienic behavior in honey bees, pupal removal level, infestation level of varroa on adult bees, *Apis mellifera* L.

INTRODUCCIÓN

La abeja *Apis mellifera* L., es un insecto benéfico de gran importancia por producir una serie de productos de utilidad en la alimentación y salud humana. Juega papel importante en la polinización y la producción de frutos y semillas. La crianza de este insecto se realiza en todas las regiones del Perú, existiendo 214,276 colmenas y 40,082 apicultores (IV Censo Nacional Agropecuario 2012- cuadros estadísticos- INEI; <http://censos.inei.gob.pe/cenagro/tabulados/>). La crianza de las abejas y estudios sobre ellas es tratada por la apicultura, disciplina que hace uso de una serie de técnicas que son fortalecidas por la investigación científica.

Las abejas, como cualquier otro ser vivo, sufre del ataque de plagas y enfermedades que ocasionan la muerte de individuos y la desaparición de colonias. Para contrarrestar estos problemas los apicultores y especialistas en apicultura emplean una serie de técnicas que generalmente requieren de la utilización de sustancias químicas como acaricidas orgánico-sintéticos y antibióticos de uso veterinario. También recurren a la capacidad natural que tienen las abejas para defenderse del ataque de los agentes causales de los problemas sanitarios tal como el denominado comportamiento higiénico.

El comportamiento higiénico de la abeja *Apis mellifera* L., se define como la habilidad que tienen las abejas obreras para detectar, desopercular y remover las crías enfermas y muertas hacia el exterior de la colonia, considerándose esto como un mecanismo de resistencia de las abejas a enfermedades como la loque y plagas como la varroa (**Rothenbuhler, 1964; Rath & Descher, 1990; Guerra et al., 2000, citados por Principal, 2008**). En este sentido, la tasa (%) de remoción de individuos enfermos y muertos se traduce en el comportamiento higiénico.

Los estudios de tasa (%) de remoción de pupas muertas o comportamiento higiénico, son de gran importancia ya que permiten seleccionar colmenas con altas tasas (%) de remoción de individuos enfermos, parasitados o muertos en celdas de los panales, determinando, en consecuencia, bajos niveles de infecciones con patógenos o bajas tasas (%) de infestación por varroa. Esto permite evitar el uso indiscriminado de antibióticos y acaricidas que contaminan la miel, el polen y otros

productos de la colmena. Además, se evita la aparición de resistencia en patógenos y plagas a antibióticos y otras sustancias químicas como acaricidas.

Lo antes referido, es particularmente refrendado por **Castagnino, Pinto & Carneiro (2016)**, quienes afirman que el comportamiento higiénico de *Apis mellifera* es uno de los más importantes mecanismos de defensa contra las enfermedades de las crías de las abejas, gracias a que las abejas detectan crías enfermas o muertas en los panales, las desoperculan y las remueven. Manifiestan que, colmenas con 82.52 % de comportamiento higiénico, categorizadas como colonias higiénicas, tienen potencial genético para producción de reinas seleccionadas. Así mismo, indican que este mecanismo se pone de manifiesto de modo particular e importante en el periodo de floración.

La investigación en comportamiento higiénico es apoyada fuertemente por lo que sostiene **Gramacho (2004)**, en torno al mejoramiento genético de abejas, al referir que esta línea de trabajo es un proceso que tiene por finalidad perfeccionar la producción de las abejas que interesan al hombre en equilibrio con la naturaleza. Agrega que, en el mejoramiento genético de abejas, el principal objetivo es la obtención, por medio de selección, de líneas que presentan características deseables escogidas por los apicultores. Indica que las características de mayor interés para los apicultores son: el aumento de la productividad de miel, propóleos, jalea real, polen o cera; aumento de la resistencia a enfermedades, buena actividad de postura en reinas, baja agresividad; sin embargo, considera como más importante la resistencia a enfermedades y plagas.

Finalmente, gracias a los estudios del comportamiento higiénico, es posible seleccionar tipos de abejas que, para su manejo en general, no requieren de la utilización de sustancias químicas relacionadas al mantenimiento de una buena condición sanitaria en la colmena.

La autora

I. PROBLEMA OBJETO DE INVESTIGACIÓN

1.1. Identificación del problema objeto de investigación

En nuestro país, el conocimiento sobre el comportamiento higiénico de las abejas *Apis mellifera L.* que se crían en las diversas zonas geográficas es escaso. Este fenómeno, relativo a la capacidad que las obreras tienen para efectuar eficazmente la remoción de individuos enfermos o muertos presentes en las celdas de los panales puede tener un impacto determinante en la vida o buenas condiciones de vida de las abejas, debido a que las abejas con alto grado de comportamiento higiénico podrían librarse con relativa facilidad de plagas y enfermedades.

En este sentido, el comportamiento higiénico en abejas melíferas en nuestro país debe ser estudiado y conocido en el marco de un programa de selección y mejoramiento genético de abejas resistentes a plagas y enfermedades, a fin de poder tener una mejor producción apícola.

1.2. Planteamiento del problema

1.2.1. Pregunta general

¿Cómo es el comportamiento higiénico de abejas *Apis mellifera L.*, que se crían en la Universidad Nacional Agraria La Molina UNALM?

1.2.2. Pregunta específica

- ¿Cómo es el comportamiento higiénico (CH) o tasa (%) de remoción de pupas pinchadas?
- ¿Cómo es la tasa (%) de infestación de varroa en abejas adultas (TIVA) en apiario de la UNALM?
- ¿Cuáles son los valores cuantitativos de panales con crías, panales con miel y polen, y abejas adultas por colonia?

- ¿Cuáles son las categorías que tienen las colmenas del colmenar UNALM según la tasa (%) de remoción de pupas pinchadas o comportamiento higiénico (CH) y la tasa (%) de infestación de varroa en abejas adultas (TIVA)?

II. OBJETIVOS Y JUSTIFICACIÓN

2.1. Objetivos

2.1.1. Objetivo general

Evaluar el comportamiento higiénico de abejas *Apis mellifera* L., que se crían en la Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM).

2.1.2. Objetivos específicos

- Determinar el comportamiento higiénico (CH) o la tasa (%) de remoción de pupas pinchadas.
- Determinar la tasa (%) de infestación de varroa en abejas adultas (TIVA).
- Determinar el número de panales con crías y panales con miel y polen, y número estimado de abejas adultas por colmena.
- Categorizar las colmenas del colmenar UNALM según la tasa (%) de remoción de pupas pinchadas o comportamiento higiénico (CH) y la tasa (%) de infestación de varroa en abejas adultas (TIVA).

2.2. Justificación

El comportamiento higiénico es una característica muy importante en la abeja *Apis mellifera* L., que le permite librarse de organismos perjudiciales tales como patógenos y parásitos que afectan a las crías, así como a los individuos adultos. Expresa la tasa (%) de crías removidas de los panales por parte de las abejas obreras.

La investigación científica en este tema constituye una valiosa herramienta para establecer los diferentes niveles de comportamiento higiénico existentes en las colmenas de un colmenar, permitiendo, identificar aquellas colmenas que muestran bajos y altos niveles. Así, las colmenas con bajos niveles de comportamiento higiénico son descartadas, manteniéndose en el colmenar solamente las colmenas con altos niveles de comportamiento higiénico, las cuales, usualmente presentan bajas tasas de infecciones e infestaciones por patógenos y parásitos.

Lo antes referido, evidentemente, constituye una manera muy particular de hacer selección genética de colmenas con tolerancia a plagas y enfermedades. Diversos autores han demostrado que colmenas con altos niveles de comportamiento higiénico muestran bajas tasas de infestación por varroa.

La determinación del comportamiento higiénico *Apis mellifera* L. en el apiario de la Universidad Nacional Agraria la Molina (UNALM) permitirá agrupar y categorizar las colmenas según su comportamiento higiénico, lo cual servirá para seleccionar únicamente colmenas con alto comportamiento higiénico y con menores tasas de infestación con varroa para futuras crianzas que ayuden a obtener beneficios como abejas resistentes a enfermedades y evitar tratamientos químicos para la obtención de productos sanos y sin contaminación que se exigen en los mercados internacionales.

III. HIPÓTESIS

3.1. Hipótesis general

El comportamiento higiénico en abejas melíferas, *Apis mellifera L.*, es variable según biotipo y condición génica.

3.2. Hipótesis específicas

- Las colonias de abejas muestran variada capacidad de tasa (%) de remoción de pupas pinchadas o comportamiento higiénico (CH).
- Las colonias de abejas muestran variada tasa (%) de infestación de varroa en abejas adultas (TIVA).
- Las colonias de abejas muestran variados valores cuantitativos de panales con crías y panales con miel y polen, y abejas adultas por colmena.
- Existen variadas categorías de colmenas según el grado de comportamiento higiénico (CH) o tasa (%) de remoción de pupas pinchadas y tasa (%) de infestación de abejas adultas (TIVA).

IV. MARCO TEÓRICO

4.1. Aspectos relativos al comportamiento higiénico de las abejas

El comportamiento higiénico de la abeja melífera *Apis mellifera* L., se puede definir como la habilidad que tienen las obreras para detectar, desopercular y remover las crías enfermas y muertas desde la cámara de cría hacia el exterior de la colonia. Estas habilidades se consideran como un mecanismo primario de resistencia a ciertas enfermedades de origen bacteriano como la “loque americana” causada por *Paenibacillus larvae*, fungoso o de origen parasitario como es el caso de “varroa”, *varroa destructor*, limitando de esta forma la diseminación de la enfermedad en el interior de la colmena (**Rothenbuhler 1964; Rath & Descher 1990; Guerra et al., 2000, citados por Principal, 2008**). El comportamiento higiénico de las abejas fue descrito por primera vez por Rothenbuhler, en 1964, cuando observó que líneas de abejas resistentes a “loque americana” removían la cría muerta; luego de su estudio concluyó que este comportamiento estaba controlado por dos pares de genes recesivos, u (desoperculador) y r (removedor). (**Palacio et al., s.f.**).

4.1.1. Métodos para determinar el comportamiento higiénico

Pires et al. (2006), determinaron el comportamiento higiénico utilizando dos técnicas, una por la técnica de muerte de cría por congelación, y otra, por la técnica de punción con un alfiler entomológico demostrando la eficacia de la técnica de la muerte por punción en la evaluación del comportamiento higiénico en un periodo de 24 horas.

Espinoza et al. (2008), en la ciudad de México, evaluaron la capacidad discriminatoria de tres pruebas para medir el comportamiento higiénico. La primera fue la prueba de congelación en congelador, la segunda prueba fue la de congelación con nitrógeno líquido y la tercera fue la prueba de punción utilizando un alfiler entomológico. Determinaron el porcentaje de crías removidas 24 horas después de que fueron sacrificadas. Las colonias expresaron significativamente mayor comportamiento higiénico ($P < 0.001$), para las crías sacrificadas en la prueba de punción (88%) en comparación con la de congelación en congelador (69%) y la

de congelación con nitrógeno líquido (65%); entre las dos últimas pruebas no hubo diferencias significativas.

Por otra parte, **Ramos (2012)**, evaluó el comportamiento higiénico mediante dos métodos: sacrificio de pupas por el método de perforación de crías y congelación con nitrógeno líquido en doce colonias de abejas, hizo dos pruebas consecutivas con 21 días de separación durante los meses de noviembre y diciembre de 2011 y enero de 2012 donde las tasas de remoción resultaron con una media total de 41.2 y 14.1%; 78.8 y 33.2% ; 91.4 y 52.1% para los dos métodos después de 24, 48 y 72 horas respectivamente hicieron la lectura, encontrando diferencias altamente significativas ($p < 0.01$) entre ambos métodos. Además, los costos de aplicación en el método de perforado de crías, resultó ser la menos costosa (S/.1.25) a comparación con el método de congelación con nitrógeno líquido (S/.5.00).

Por su parte, **Pérez & Demedio (2014)**, empleando el método de punción de cría operculada de obreras con aguja de acero inoxidable y el método del instrumento con una serie de 100 agujas dispuestas en una pieza de madera de 10×10 cm, encontraron valores de conducta higiénica de 91.9% con aguja de acero inoxidable y 92.5% en agujas dispuestas en serie, sin diferencias significativas, en abejas *Apis mellifera* L., en el centro de crías de abejas reinas en la Habana-Cuba.

4.1.2. Factores que influyen en la expresión del comportamiento higiénico

Marcangeli (2004), evaluó el efecto del vigor de la colmena sobre la expresión del comportamiento higiénico de la abeja *Apis mellifera* en dos grupos de colmenas: a. colmenas vigorosas y b. colmenas debilitadas; en la cual las colmenas vigorosas tuvieron tasas de remoción (promedio de 74.3%) y significativamente superiores a las colmenas debilitadas con promedio (57.58%; $p < 0.05$); estos resultados muestran claramente el efecto del vigor de la colmena sobre la manifestación del comportamiento higiénico.

Por otro lado, **Marcangeli & Damiani (2007)**, mencionan que los panales viejos tienen niveles de infestación por varroa significativamente superiores a los panales nuevos con 13.52% y 6.18%, respectivamente; afirmando que, esta selección

estaría guiada por los olores propios de las celdas que actúan como atrayentes y que también pueden enmascarar la presencia de los ácaros al interior de las celdas.

Por su parte, **Arechavaleta, et al. (2011)**, encontraron siete regiones genómicas que influyen en la probabilidad de que una abeja obrera realice el comportamiento higiénico, manifestando, a la vez, que este fenómeno es una característica genética importante en apicultura para fines de control de patógenos y parásitos que afectan a la colonia de abejas.

De Jong (2014), señala que la vigilancia y su hábito de remover crías enfermas dependen de la edad como de la calidad reproductiva de la reina. Cuando la reina no tiene buena postura, especialmente en colonias con reinas viejas, las abejas tienden a mantener y cuidar todas las crías hasta aquellas que están enfermas. Si, por el contrario, la reina tiene una buena postura y es joven que produce muchos huevos, las abejas tienen un comportamiento de limpieza más fuerte y eficiente ayudando a reducir problemas como enfermedades. El mismo autor también menciona que las abejas nodrizas son las que identifican y eliminan las crías infestadas.

4.1.3. Mejoramiento genético por selección

Marcangeli (1997), sostiene que el comportamiento higiénico de las abejas respecto a los niveles de varroa y su cuantificación en la colmena puede ser herramienta útil para la implementación de programas de selección y multiplicación de abejas para obtener líneas menos susceptibles a los efectos perjudiciales del ácaro. El mismo autor en el año 2001 afirma que gracias a una buena manifestación del comportamiento higiénico, las abejas podrían eliminar rápidamente los posibles agentes patógenos de las colmenas.

Aumeier, Rosenkranz & Gonçalves (2000), estudiaron la respuesta higiénica de las colonias en un sitio tropical de Brasil, donde utilizaron 8 colonias de abejas africanizadas locales y 8 colonias europeas de abejas carniolas *Apis mellifera carnica*. El destapado, la desaparición del ácaro introducido y la eliminación de pupa se registraron en un total de 3, 096 celdas manipuladas durante tres estaciones

de verano, las comparaciones revelaron diferencias significativas en las respuestas higiénicas entre los tipos de abejas solo para el primer año ($\chi^2 = 5.2, P = 0.03$); en los siguientes años no hubo diferencias estadísticas entre los tipos de abejas en su respuesta a los ácaros ($\chi^2 = 0.92$ y $0.99, P = 0.34$ y 0.32) respectivamente, con estos resultados afirman que el comportamiento higiénico no es un factor clave en la tolerancia a la varroasis de las abejas africanizadas en Brasil.

Spivak & Reuter (2001), Desafiaron colonias seleccionadas para el comportamiento higiénico con esporas de *Paenibacillus larvae* (Loque Americana), para determinar la resistencia a la enfermedad, concluyendo, que, de las 18 colonias higiénicas desafiadas por más de dos años (dos veranos), siete (39%) desarrollaron síntomas clínicos de la enfermedad y cinco de ellos se recuperó de la enfermedad por su propia cuenta; por el contrario, las 18 colonias no higiénicas, que fueron inoculados con *Paenibacillus larvae* desarrollaron síntomas clínicos y solo uno se recuperó. Además, las colonias no higiénicas produjeron significativamente menos miel $14.0 \text{ kg} \pm 16,4$ que las colonias higiénicas con un promedio de $25,7 \text{ kg} \pm 13,4$ ($t = 2.120, P = 0.0098$).

Gramacho & Spivak (2003), mencionan que 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.

De Jong (2010), indica que es necesario hacer una selección natural con la participación de la genética de abejas resistentes a enfermedades en siguientes generaciones. Una posibilidad es buscar colmenas sanas y criar reinas solamente de éstas; selección maternal utilizando el comportamiento higiénico y otras características deseables. Al respecto, **Gramacho (2004)**, señala que un programa de mejoramiento genético en abejas mediante la selección debe ser seguida entre la colaboración de varios apicultores en una institución universitaria u gubernamental para evitar la consanguinidad debido al elevado número de alelos sexuales.

Existen conductas asociadas a la tolerancia a enfermedades, entre ellas podemos mencionar al comportamiento higiénico; otra conducta asociada sería también el comportamiento de acicalamiento o *grooming* (en inglés) donde las abejas son capaces de detectar, morder y eliminar los parásitos que se encuentran sobre su cuerpo (**Flores et al., 1998**).

Por su parte, **Jiang et al. (2016)**, refiere que la tolerancia a varroa es genético, existiendo alrededor de 300 genes involucrados entre colonias de abejas con respuesta extrema (susceptibles – resistentes) a la infestación por el ácaro, enfatizando que más genes expresados diferencialmente fueron encontrados en el estado de pupa que en el estado adulto, indicando que las pupas responden más al parasitismo por varroa que las abejas adultas.

4.2. Investigaciones relacionadas al comportamiento higiénico de las abejas melíferas

Marcangeli (2001), comparó el comportamiento higiénico de la abeja *Apis mellifera* L., en celdas de cría de obreras y zánganos donde las abejas removieron significativamente más crías de zángano que de obreras $74.04 \pm 1,03\%$ y $70,46 \pm 0,99\%$, respectivamente. Para cuantificar el comportamiento higiénico uso la técnica de perforación de crías e hizo la lectura después de 48 horas. Al respecto estos datos son diferentes a las observadas por **Peng et al. 1987; Koeniger et al. 1983, citados por Marcangeli (2001)**, quienes mencionan que puede existir diferencias en este comportamiento en diferentes especies de abejas como la *Apis cerana* donde su comportamiento higiénico está muy desarrollado en un 95% en celdas de obreras; sin embargo, para el caso de zánganos las obreras no remueven las crías altamente infectadas.

Marcangeli (2005), evaluó el efecto de la infestación del ácaro *Varroa destructor* (300 varroas hembras por colmena) sobre la capacidad higiénica de las colmenas. Los resultados mostraron que la presencia del ácaro varroa provoca un incremento significativo en la capacidad higiénica de las colmenas (rango: 5,6 – 10,4%) llegando en una colmena a un 90.7% de eficiencia. Así, ante un cambio adverso en

el ambiente, el comportamiento higiénico sería potenciado y se reducirían los niveles de daño.

Ivernizzi & Rodriguez (2007), hicieron una selección masal de colmenas para mejorar el comportamiento higiénico en abejas *Apis mellifera*, el trabajo lo realizaron en primavera de 2001 con 40 colonias sin selección previa y al término en invierno de 2006, las evaluaciones lo hicieron en los meses de otoño, invierno y primavera mientras que en el verano se multiplicaban las reinas de las colonias seleccionadas para reemplazar a las de la generación anterior. El comportamiento higiénico evaluaron en noviembre y diciembre donde en seis generaciones se incrementó de 77.7% a 98.7% y se redujo la proporción de las enfermedades de cría y varroasis significativamente; esto indica que puede haber una disminución drástica de las enfermedades en un mediano plazo con un programa de selección masal. De este modo no sería necesario introducir otras razas y ecotipos de abejas para conseguir tolerancia evitando introducir al país nuevas enfermedades, susceptibilidades genéticas y comportamientos indeseables. Al respecto **Spivak & Reuter (2001)**, mencionan que las colonias higiénicas se defienden activamente de *varroa destructor* si el nivel de infestación es relativamente bajo, pero si supera el 15% las colonias requieren tratamiento para evitar que colapsen.

De la misma manera, **Palacio et al. (s.f.)**, en Buenos Aires-Argentina en un periodo de cuatro años (1992-1996), entre octubre a julio, evaluó el comportamiento higiénico de una población seleccionada sin control de fecundación y la relación con enfermedades de la cría donde observaron que el comportamiento higiénico total (CHT) aumentó en la población durante el desarrollo del trabajo de 66% a 84% aun con la incorporación de nuevas colonias de estudio y sin uso de inseminación instrumental. Así mismo, las colonias higiénicas presentaron una menor frecuencia de enfermedades de la cría comparados con las no higiénicas; las colonias fueron clasificados como higiénicas CHT>80% y no higiénicas CHT<80%. Solo el 8% de las colonias higiénicas presentaron síntomas de enfermedad frente a 24.70% de colonias no higiénicas, con relación a la loque americana el porcentaje de colonias higiénicas afectados por esta enfermedad fue de 1.8% y en las no higiénicas fue de 10.1%. Con estos datos se afirman que el comportamiento higiénico está relacionado con la resistencia a las enfermedades de la cría.

Principal et al. (2008), demostraron la presencia del comportamiento higiénico en las abejas africanizadas en los apiarios de tres localidades del estado Lara, Venezuela; observándose que la tasa de remoción de pupas muertas más alta fue obtenida en la localidad El Corozo. Concluyendo que el comportamiento higiénico presentó gran variación en el grado de manifestación en las abejas africanizadas, observándose un 17, 24 y 59% de colonias con patrón de comportamiento leve, moderado y alto, respectivamente. Al respecto, **Tompson, 1964; Momont & Rothembuhler, 1971; Spivak & Gilliam, 1993, citados por Principal (2008)**, indican que el comportamiento higiénico es facultativo y depende de ciertos factores medioambientales como la fortaleza, composición de la población de obreras así como el estado sanitario, entre otros no reconocidos hasta el presente.

Araneda et al. (2008), no lograron demostrar la existencia de relación entre comportamiento higiénico de *Apis mellifera* e infestación de varroas, presentándose, inclusive, diferencias en la misma colmena, en las distintas mediciones, debido a los factores externos que inciden en esta relación.

Por su parte, **Arechavaleta et al. (2010)**, determinaron que la heredabilidad estimada, considerando la relación genética para la resistencia de las colonias al crecimiento poblacional de *Varroa destructor*, fue de 0.21. Además, encontraron que la resistencia de las colonias al crecimiento poblacional de *varroa destructor*, medida a través del porcentaje de infestación en abejas adultas que alcanzaron las colonias durante un periodo de seis meses, tuvieron correlación negativa con el comportamiento defensivo de la colonia ($r = -0.15$; $n = 257$; $p < 0.05$).

Pinto et al. (2012), en dos colmenares en Brasil, uno en Taubaté y otro en Viçosa, encontraron, en abejas africanizadas *Apis mellifera* L., correlación negativa entre el porcentaje de infestación del ácaro *Varroa destructor* y el comportamiento higiénico de las abejas ($r = -0.9627$; $p < 0.01$). En Taubaté el valor promedio de la tasa de infestación por varroa fue de 4.9% (3.4 a 5.8%) con un comportamiento higiénico de 98.6% (96 a 100%), en Viçosa la tasa de infestación promedio de varroa fue de 10% (5.4 - 21%) con un comportamiento higiénico de 57.7% (0-79%), sugiriendo que las colonias con comportamiento higiénico elevado poseen menores tasas de infestación. Similar resultado encontró, **Marcangeli (1997)**, en colonias de abejas

híbridos de *Apis mellifera mellifera* y *Apis mellifera ligústica* donde encontró una correlación negativa significativa entre el comportamiento higiénico en relación a los distintos niveles de parasitación de varroa, ($r = -0.749$, $p < 0.01$) donde colmenas que mostraron un mayor comportamiento higiénico presentaron menores cargas parasitarias. De la misma forma, **Invernizzi (2001)**, menciona que existe una clara asociación entre la presencia de cría yesificada causada por *Ascosphaera apis* y el bajo comportamiento higiénico de las colonias.

Medina et al. (2014), en Zacatecas-México evaluaron la producción de miel y los niveles de varroa en colonias de abejas africanizadas con alto y bajo comportamiento higiénico, encontrando que las colonias con comportamiento higiénico alto produjeron significativamente más miel que las de comportamiento higiénico bajo (21.4 ± 4.7 vs 13.4 ± 5.0 kg; $P < 0.01$). No hubo diferencias entre los dos grupos de colonias para los niveles de varroa ($P > 0.05$). Estos resultados sugieren que aparentemente el comportamiento higiénico no tiene un efecto mayor en la resistencia de las abejas africanizadas al crecimiento poblacional del ácaro. También sugieren que el comportamiento higiénico alto podría contribuir a incrementar la producción de miel en épocas del año con flujo reducido de néctar. Así mismo, señalan que la expresión del comportamiento higiénico es variable lo que se debe, en parte, a la influencia de factores ambientales, entre los que destacan: edad de las crías removidas, abundancia de abejas adultas y crías en las colonias, así como incremento en la cantidad de néctar recolectado por las abejas.

Sanabria et al. (2015), en el apiario de la facultad de medicina veterinaria de la Universidad Agraria de la Habana (UNAH)-Cuba, compararon los índices de infestación por varroa en colonias sin medidas de control y como grupo control se incluyeron colonias de producción que sí recibieron tratamientos en seis apiarios de la misma zona. Realizaron el muestreo de abejas adultas para determinar la tasa (%) de infestación de varroa en abejas adultas (TIA); las colmenas sin tratamiento manifestaron una TIA de 3.61% en comparación a las colmenas en producción que tuvieron un 5.36%.

Ariclenes et al. (2015), Analizaron el comportamiento higiénico en cinco apiarios localizados en el desierto del estado de Paraíba-Brasil, donde encontraron que la

mayoría de las colonias evaluadas fueron consideradas higiénicas con índices mayores de 80% de comportamiento higiénico con excepción en el apiario localizado en Jericó-PB que presentó 76.31%, sin diferencias significativas entre las localidades ($p < 0.05$).

Vasquez, Mestanza & Alarcón (2016), describieron 8 características morfométricas de abejas criollas *Apis mellifera* sp. en el apiario de la universidad Pedro Ruiz Gallo-Lambayeque, así mismo, evaluaron el comportamiento higiénico por el método de pinchado haciendo la lectura después de 24 horas, mostrando, las colonias evaluadas, un promedio de comportamiento higiénico de 71.75% que fueron consideradas levemente higiénicas; así mismo, de las colonias estudiadas, el 53.33% mostró un comportamiento muy agresivo lo que indica que esta característica no está vinculada con la expresión del comportamiento higiénico, coincidiendo con **Principal et al. (2008)**. Por otro lado, **Araneda et al. (2010)**, recalcan que el comportamiento de acicalamiento o grooming en colonias de abejas podría ser de importancia en la selección de abejas.

Castagnino, Pinto & Carneiro (2016), en el apiario de la Universidad Federal de la Bahía (UFBA)-Brasil, en abejas *Apis mellifera* africanizadas, hicieron tres evaluaciones para verificar el nivel de infestación de abejas adultas y el comportamiento higiénico, encontrando una frecuencia media del comportamiento higiénico de 82,58% que corresponde a colonias higiénicas y una media de infestación con *Varroa destructor* en abejas adultas alcanzó fue 4.19%, esto permite, afirmar que existe una correlación negativa significativamente lo cual indica que; colonias con mayor comportamiento higiénico tuvieron menores tasas de infestación de varroa.

4.3. Aspectos relativos a la varroasis

Varroa jacobsoni fue mencionado por primera vez en 1904 por Jacobson en la isla de Java, como un parásito de la abeja Asiática *Apis cerana*, la especie de varroa que parasita a las abejas *Apis mellifera* L., es *varroa destructor*, su distribución es a nivel mundial causando serios daños que afecta a la abeja melífera *Apis mellifera*

L., en todos sus estadios de desarrollo (cría abierta, sellada e individuo adulto) **(Vandame, 2001)**.

Varroa destructor es una plaga importante debido a su impacto directo en el desarrollo, prepupas y pupas, de las abejas, afecta tanto a las abejas adultas y la cría en desarrollo, donde lleva a cabo su reproducción (Fotografía 1). Los parásitos se alimentan de la hemolinfa ocasionando la disminución de su peso que compromete la longevidad de la población, lo cual se traduce en la disminución de su productividad. Además, puede transmitir enfermedades virales y bacterianas a la abeja afectando su sistema inmune. **(Murillas, 2002; Gregory et al., 2005, citados por Araneda et al., 2010)**.

Fotografía 1: *Varroa destructor* sobre *Apis mellifera*. a. Ácaro en abeja adulta; b. Ácaro en pupa.



Fuente: (Corona apicultores, 2013)



Fuente: (Zzzangano, 2016)

4.3.1. Antecedentes en el Perú

Davila & Ortiz (1987), reportaron la presencia de *varroa destuctor* en el Perú en mayo de 1985, sin embargo, indican que posiblemente haya ingresado algún tiempo antes debido a que el daño se va manifestándose gradualmente porque ya los daños eran perjudiciales con pérdidas de colmenas. Estas primeras noticias lo recibieron de la zona de Chaclacayo y Santa Eulalia provincia de Lima.

4.4. Estrategias de control del ácaro

De Jong (2010), indica que los antibióticos y otros productos sintéticos que se usan para tratar enfermedades incentivan la proliferación de abejas débiles y plagas fuertes. Así mismo, señala también que hay varias desventajas a corto, mediano y largo plazo como la contaminación de los productos de la colmena, gastar mucho dinero y seleccionar una plaga resistente a los tratamientos y abejas que no tienen resistencia natural, entre otros. En este sentido, **Marcangeli & García (2003)**, evaluaron la eficacia acaricida de cuatro productos Apistan®, Bayvarol®, Apitol®, Folbex® utilizados para el control del acaro *varroa destructor* (Anderson & Truenan) en colmenas de *Apis mellifera* L., donde encontraron que en todos los casos los valores obtenidos con tratamiento químico resultaron inferiores a los estipulados por los laboratorios productores, alertando sobre la posible generación de resistencia por parte de las poblaciones del ácaro y la necesidad de buscar nuevos agentes de control.

4.5. Métodos para determinar el porcentaje de infestación de varroa.

Vandame (2001), propone algunas pruebas sencillas de diagnóstico:

- a. **Examen de crías:** consiste en tomar un panal de cría, de la cual se abren 100 celdas de cría para sacar con cuidado las larvas. Contar el número de larvas infestadas con varroa.
- b. **Examen de abejas adultas:** consiste de colocar una cartulina o lámina de aluminio por la piquera en a la colonia durante 24 horas, sacarla, contar el número de varroas pegadas en la lámina.
- c. **Examen de abejas adultas mediante el método de “David De Jong”:** consiste en lavar las abejas en una solución de detergente, enjuagarlas y contar el número de abejas y ácaros presentes.

V. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

5.1. Tipo de investigación

El presente trabajo es de tipo descriptivo, deductivo y experimental, debido a que se consideró en los resultados la situación completa de cada una de las colmenas en estudio, y se relacionaron los diversos aspectos evaluados, bajo una prueba estadística específica.

5.2. Ubicación espacial

La investigación se desarrolló en el apiario de la Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM), ubicado en el distrito de La Molina provincia de Lima-Perú. En este lugar se cuenta con un colmenar de alrededor de 100 colmenas las cuales no son sometidos a tratamientos químicos de rutina para el control de plagas y enfermedades, excepto para casos relacionados a investigación científica. Además, el colmenar está rodeado de una diversificada vegetación constituida por plantas cultivadas y silvestres, en un área de alrededor de 300 hectáreas. En la Fotografía 2 se observa el croquis de la Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM) y en el perímetro rojo se aprecia el apiario de la UNALM.

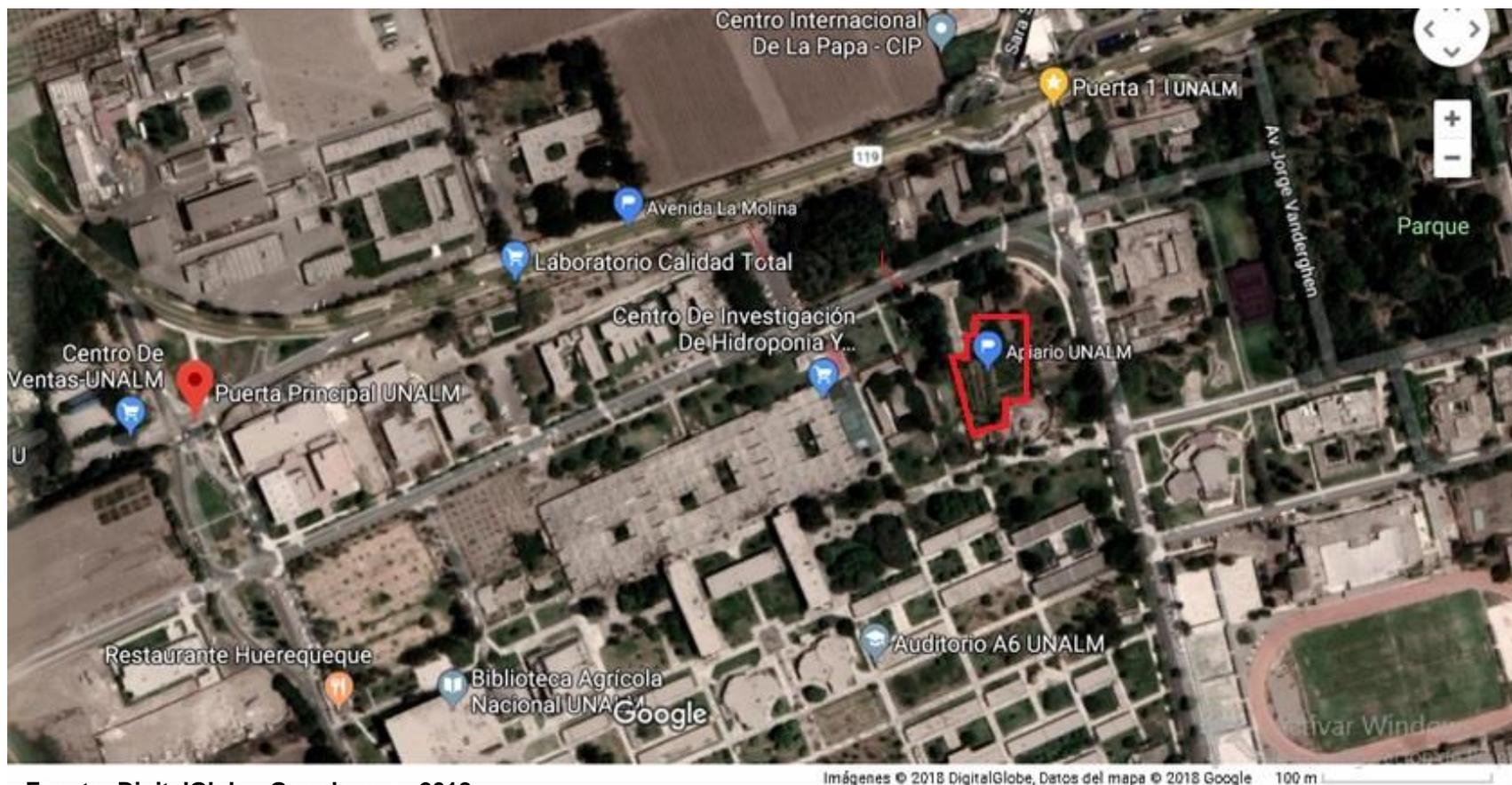
5.2.1. Ubicación política

- Región : Lima
- Provincia: Lima
- Distrito: La Molina
- Lugar: Apiario de la Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM)
-

5.2.2. Ubicación geográfica

- Longitud: 76° 57' 00" Oeste
- Latitud Sur: 12° 05' 06"
- Altitud: 238 m. (Anexo 1).

Fotografía 2: Ubicación del apiario de la Universidad Nacional Agraria La Molina. La Molina-Lima, 2016.



Fuente: DigitalGlobe. Google map. 2018.

5.2.3. Ubicación Hidrográfica

- Cuenca: Chillón, Rímac y Lurín
- Subcuenca: Rímac
- Micro-cuenca: La Molina. **(GEO Lima y Callao, 2005)**

5.2.4. Ubicación ecológica

- Zona de vida: Desierto Basal, Premontano Subtropical **(Holdridge, 1967 citado por SENAMHI, 2017)**
- Temperatura promedio: 22.43°C
- Humedad relativa promedio: 73.66%
- Velocidad del viento: 2.02 m/s (Anexo 1).

5.3. Periodo experimental

La investigación se realizó en el periodo del 04 de marzo al 12 de mayo de 2016.

5.4. Materiales empleados en la investigación

5.4.1. Material biológico

Para la investigación se emplearon 52 colonias de abejas, cada una de las cuales fue numerada por un número. De abejas *Apis mellifera* L., correspondientes a un cruce genético natural entre abejas italianas y carniolas, ubicadas en colmenas tipo Langhstroth de un solo cuerpo, infestadas naturalmente con *Varroa destructor* (Fotografía 3). Cada colmena contenía en promedio 07 panales de cría y 03 panales con miel y polen y aproximadamente 20,000 abejas adultas (Fotografía 4). Cabe señalar que durante el desarrollo del estudio se suministró a las colmenas una alimentación complementaria constituida por una dieta energética a base de agua y azúcar (proporción 1:2) y limón, a razón de (01 limón por kilo de azúcar), así como también una alimentación proteica a base de azúcar, limón y una mezcla de harinas (soya, arveja, haba, quinua, etc.)

Cabe indicar que en el colmenar antes referido se llevó a cabo, seis meses antes, una investigación sobre comparativo de acaricidas para control de varroa.

5.4.2. Material no biológico

a. Materiales de manejo y protección personal

- Careta de apicultor
- Cepillo
- Palanca
- Ahumador
- Hojarasca
- Fósforos

b. Materiales de escritorio

- Cartilla de evaluación de campo (Cuadro 1)
- Tablero
- Corrector para numerar los marcos
- Cámara fotográfica
- Tiza
- Tijera
- Lapiceros
- Regla
- Papel bond

c. Materiales para determinar el comportamiento higiénico

- Agujas descartables n° 18x1”.
- Palitos de mondadientes
- Alcohol etílico de 96°
- Algodón
- Pinzas

d. Materiales para realizar la prueba de agua con detergente

- Coladores
- Cucharas
- Cuerpos de colmena
- Porta núcleos vacíos
- Detergente granulado
- Bandejas de porcelana con fondo blanco
- Pincel
- Placas Petri de plástico
- Táper de plástico descartable
- Etiquetas autoadhesivas 23.5 x 76mm
- Plumón indeleble

Fotografía 3: Colmenas de un solo cuerpo en el apiario experimental. Vista lateral externa. La Molina-Lima, 2016.



Fuente: A. Paco

Fotografía 4: Colmena de un cuerpo. Vista superior interna. La Molina-Lima, 2016.



Fuente: A. Paco

Cuadro 1: Tabla de evaluación de colmenas para el estudio del comportamiento higiénico. La Molina-Lima, 2016.

Colmena N°	Fecha de evaluación	Tasa de remoción de pupas				Tasa de infestación de varroa en abejas adultas			Número de panales con c.o.o.	Número de panales con miel y polen	Número estimado de abejas adultas por colmena
		Número de pupas pinchadas	Número de pupas removidas	Número de pupas no removidas	% Pupas removidas	Número de abejas por muestra tomada	Número de varroas registradas	% de infestación de varroa			
1											
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											
.											
.											
.											
52											

LEYENDA:

C.O.O.: Cría operculada de obrera.

5.5. Metodología

La fase experimental de la presente investigación incluyó.

1. Determinación del comportamiento higiénico (CH) o tasa (%) de remoción de pupas pinchadas.
2. Determinación de la tasa (%) de infestación de varroa en abejas adultas (TIVA).
3. Determinación del número de panales con crías, panales con miel y polen y número estimado de abejas adultas por colmena.
4. Categorización de las colmenas del colmenar UNALM según la tasa (%) de remoción de pupas pinchadas o comportamiento higiénico (CH) y la tasa (%) de infestación de varroa en abejas adultas (TIVA).

5.5.1. Determinación del comportamiento higiénico (CH) o tasa (%) de remoción de pupas pinchadas.

De cada colonia se tomó un panal conteniendo cría operculada de obrera (pupas) con pupas de ojos rosados del centro de cada colmena, posteriormente se delimitó, con palitos mondadientes, un área con 100 crías operculadas de obrera. Luego se procedió a pinchar las pupas con aguja de jeringa descartable n° 18 x 1" (Fotografía 5). El panal empleado para este propósito fue marcado para su fácil identificación (Fotografía 6). Para ello, sobre el respectivo cabezal del marco, se anotó el número de la colmena en estudio, 24 horas después se procedió a la lectura del número de pupas removidas por las abejas (Fotografía 7). Con los datos obtenidos, se calcularon los porcentajes de pupas removidas, para lo cual se empleó la fórmula que a continuación se indica.

$$\% \text{ de pupas removidas} = \frac{\text{número de pupas no removidas}}{\text{número de pupas pinchadas}} \times 100$$

Fotografía 5: Área del panal con crías operculadas de obrera (pupas) delimitada con palitos mondadientes. La Molina-Lima, 2016.



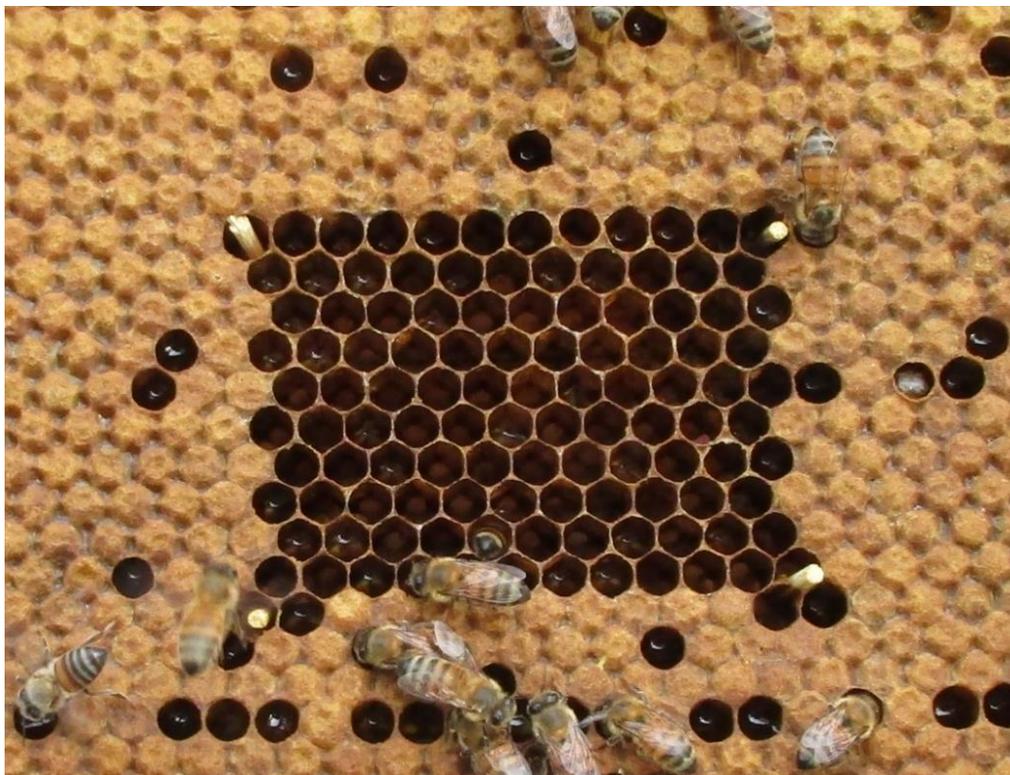
Fuente: A. Paco

Fotografía 6: Cabezal del marco con el número de colmena en estudio. La Molina-Lima, 2016.



Fuente: A. Paco

Fotografía 7: Área del panal con celdas vacías por remoción de pupas. La Molina-Lima, 2016.



Fuente: A. Paco

5.5.2. Determinación de la tasa (%) de infestación de varroa en abejas adultas (TIVA).

Se procedió a sacar un panal de crías operculadas de la parte media de la colmena con abejas adultas. Este panal fue sacudido suavemente para hacer caer aproximadamente 300 abejas adultas a una bandeja de fondo blanco conteniendo una solución de agua con detergente (Fotografía 8). Como paso previo, la reina fue acondicionada momentáneamente en una colmena porta núcleo.

Para separar eficazmente las varroas de las abejas, con una cuchara, se agitó el agua y las abejas que luego fueron pasadas por un tamiz para separar las varroas de las abejas (Fotografía 9). Las varroas pasaron por el tamiz y se depositaron en el fondo de la bandeja. Este proceso se repitió tres veces para lograr recuperar todas las varroas posibles. Las varroas presentes en la bandeja fueron pasadas a una placa de Petri con la ayuda de un pincel (Fotografía 10). Así mismo, las abejas se acondicionaron en un táper de plástico etiquetado con el número de la colmena.

Finalmente se contó el número de varroas y el número de abejas adultas (Fotografía 10 y 11), con estos datos se obtuvo el porcentaje de infestación de varroa en abejas adultas a través de la fórmula que a continuación se presenta.

$$\% \text{ de infestación} = \frac{\text{número de varroas}}{\text{número de abejas}} \times 100$$

Cabe señalar para la determinación del TIVA se empleó la metodología de David De Jong.

5.5.3. Análisis estadístico de los datos

Para el análisis estadístico de los datos obtenidos se utilizó el coeficiente de correlación de Spearman (r_s), utilizando el programa SAS (Statistical Analysis System) versión 9.4, para verificar la existencia de la relación entre las variables evaluadas: tasa (%) de pupas removidas o comportamiento higiénico (CH) y la tasa (%) de infestación de varroa en abejas adultas (TIVA).

Fotografía 8: Abejas adultas en bandeja de fondo blanco con agua y detergente.
La Molina-Lima, 2016.



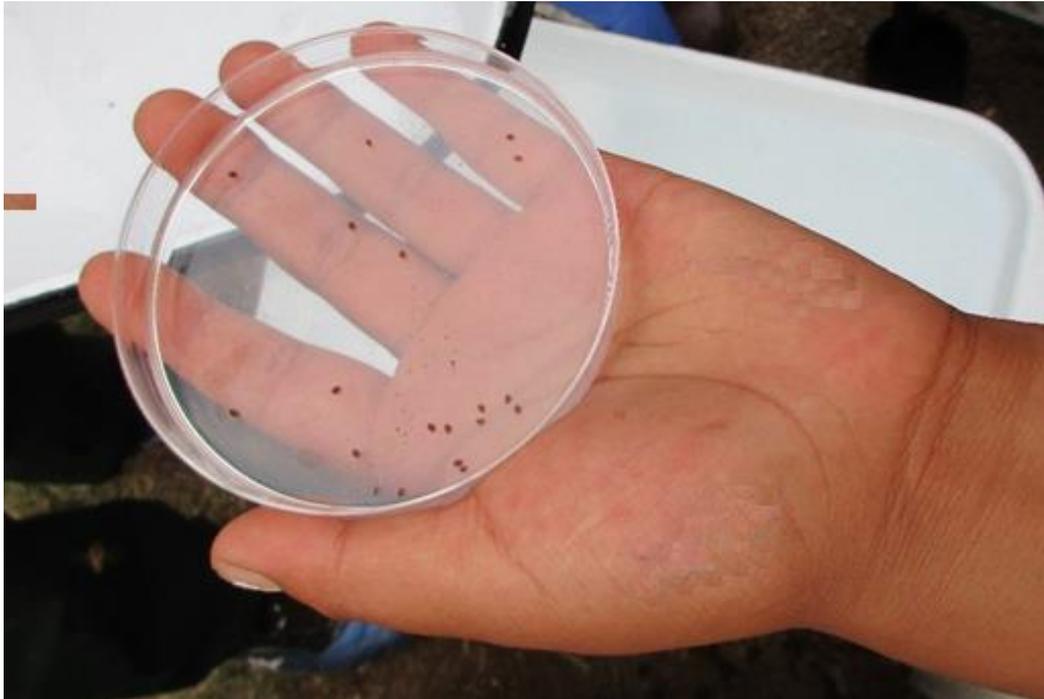
Fuente: A. Paco

Fotografía 9: Tamizado del contenido de la bandeja para separar las varroas de las abejas. La Molina-Lima, 2016



Fuente: A. Paco

Fotografía 10: Varroas en placa de Petri. La Molina-Lima, 2016.



Fuente: A. Paco

Fotografía 11: Conteo de abejas adultas. La Molina-Lima, 2016



Fuente: A. Paco

5.5.4. Determinación del número de panales con crías, panales con miel y polen y número de abejas adultas por colmena.

En cada una de las colmenas empleadas para estudiar el comportamiento higiénico (CH) o tasa (%) de remoción de pupas y la tasa (%) de infestación de varroa en abejas adultas (TIVA), se registró el número de panales con crías, el número de panales con miel y polen y el número estimado de abejas adultas. Se consideró panal con crías a aquellos panales donde se registró huevos, larvas y crías operculadas (pupas) (Fotografía 12). Se estimó el número de abejas adultas, teniendo en consideración que un panal lleno de abejas por sus dos lados contiene 2,000 individuos (Fotografía 13).

5.5.5. Categorización de las colmenas del colmenar de la UNALM

Para la categorización de colmenas se consideró el comportamiento higiénico (CH) o tasa (%) de remoción de pupas pinchadas y la tasa (%) de infestación de varroa en abejas adultas (TIVA).

Para el primer caso, se siguió el criterio de **Spivak (1996), citado por Principal et al. (2008)**, el cual considera que las colmenas con porcentaje de remoción de pupas pinchadas superiores al 95%, en 48 horas, corresponden a la categoría I o altamente higiénicas, aquellas con porcentajes entre 75 a 95% corresponden a la categoría II o moderadamente higiénicas, en tanto que las que removieron porcentajes menores al 75% se ubican en la categoría III o levemente higiénicas.

Para el caso de tasa (%) de infestación de varroa en abejas adultas se propuso una categorización de colmenas consistente en cuatro categorías: categoría I o muy bajo porcentaje de infestación, categoría II o bajo porcentaje de infestación, categoría III o ligero-moderado, y IV o moderado.

Fotografía 12: Panal con crías (cría operculada de obrera). La Molina-Lima, 2016



Fuente: A. Paco

Fotografía 13: Panal con miel y polen y abejas adultas. La Molina-Lima, 2016



Fuente: A. Paco

VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el presente capítulo se presentan a modo de cuadros y figuras los resultados sobre la tasa (%) de remoción de pupas pinchadas o comportamiento higiénico (CH) expresadas en porcentaje de pupas removidas así como valores de tasa (%) de infestación de abejas adultas (TIVA), expresado como porcentaje de infestación de varroa, además, se consignan valores cuantitativos de número de panales con crías, panales con miel y polen y número estimado de abejas adultas presentes en cada colmena y la categorización de las colmenas de la Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM) según comportamiento higiénico (CH) o la tasa (%) de remoción de pupas pinchadas y la tasa (%) de infestación de varroa en abejas adultas (TIVA).

Estos datos se consignan en el anexo 2, correspondientes a la tabla de evaluación de colmenas para el estudio de comportamiento higiénico.

6.1. Tasa de remoción de pupas pinchadas o comportamiento higiénico.

En el cuadro 2 se presentan datos sobre número de pupas pinchadas, número de pupas removidas, número de pupas no removidas y tasa (%) de pupas removidas, lo cual expresa la tasa (%) de remoción de pupas pinchadas o comportamiento higiénico (CH) de las abejas.

En el cuadro indicado se puede apreciar que los valores de pupas removidas, fluctuó entre 20 a 100, en tanto que los correspondientes a pupas no removidas varió entre 0 y 80, notándose claramente que en lo que corresponde a pupas removidas se encuentra una mayor frecuencia de valores altos de 100 y cercanos a 100 pupas, ocurriendo todo lo contrario con respecto a pupas no removidas. Cabe destacar que 24 colmenas tuvieron 100% de pupas removidas. En consecuencia, el cuadro en cuestión muestra, en términos de porcentaje, mayor frecuencia de valores porcentuales de 100 y bastante cercanos a éste. Sin embargo, se observa valores en porcentajes bajos y relativamente bajos, pero en menor frecuencia.

Los datos registrados en el cuadro 2 y gráfico 1, nos indica que la mayoría de colmenas arrojaron altos niveles de comportamiento higiénico, lo cual, en términos promedios alcanza 85.42% de pupas removidas, mientras que los niveles promedios de pupas no removidas solamente alcanzaron el 14,58%.

Esta situación coincide con **Castagnino, Pinto & Carneiro (2016)**, quienes encontraron una frecuencia media del comportamiento higiénico de 82.58%. Así mismo, **Pérez & Demedio (2014)**, también encontraron valores de conducta higiénica de 91.9% mediante los métodos de punción con aguja de acero inoxidable, y 92.5% con agujas dispuestas en serie en la Habana-Cuba. Así mismo, **Principal et al. (2008)** encontraron una mayor tasa de remoción de pupas en la localidad de Coroza-Venezuela, con valores superiores al 95%. Por otro lado **Marcangeli (2004)**, en dos grupos de colmenas vigorosas y debilitadas, encontró tasas de remoción de 74.3% y 57.58%, respectivamente. Sin embargo, **Ramos (2012)** encontró tasas de remoción de 41.2 y 33.2% mediante los métodos de sacrificio de pupas con alfiler y congelación con nitrógeno líquido, respectivamente, haciendo lecturas después de 24 horas.

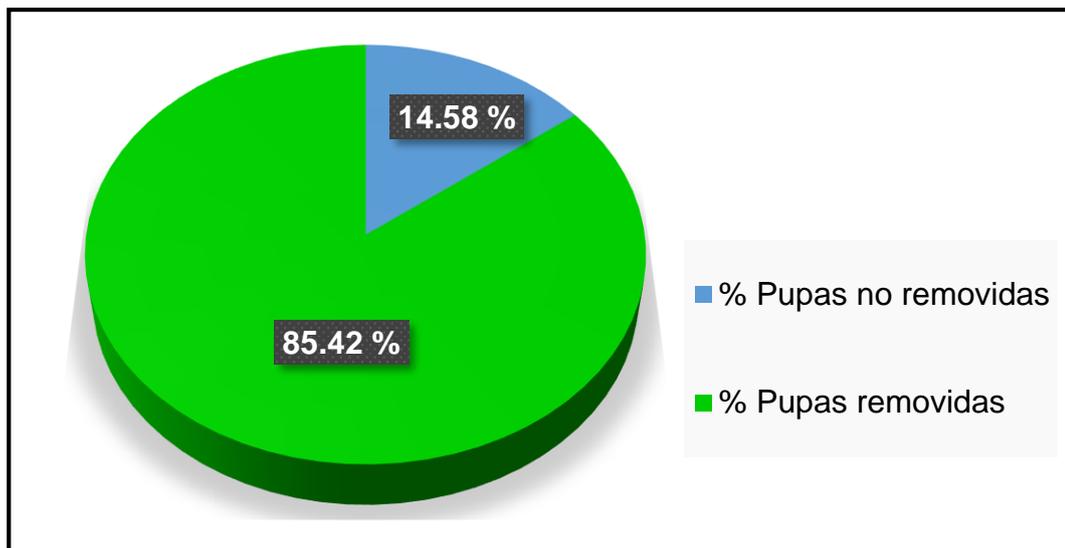
Por otro lado, **Marcangeli (2001)**, refiere que esta capacidad de las abejas se expresa fuertemente en celdas de crías de zángano ($74,04 \pm 1,03\%$) que de obreras ($70,46 \pm 0,99\%$), respectivamente. Sin embargo, **Peng et al. 1987; Koeniger et al. 1983, citados por Marcangeli (2001)**, indican que existen diferencias en este comportamiento en diferentes especies de abejas como en la especie de *Apis cerana* que muestra un comportamiento higiénico de 95% en celdas de obreras, sin embargo, para el caso de zánganos las obreras no remueven las crías altamente infectadas.

En este contexto, **De Jong (2014)**, sostiene que la remoción de pupas depende de la calidad reproductiva de la reina, si su postura es buena, el comportamiento de limpieza es más fuerte y eficiente. Por su parte, **Gramacho & Spivak (2003)**, indican que las abejas con mayor sensibilidad olfatoria son capaces de detectar y discriminar la cría normal o enferma a un nivel de estímulo bajo.

Cuadro 2: Tasa (%) de pupas removidas o comportamiento higiénico (CH) por abejas *Apis mellifera* L., en colmenas de la UNALM. La Molina-Lima, 2016.

Colmena N°	Número de pupas pinchadas	Número de pupas removidas	Número de pupas no removidas	% Pupas removidas
1	100	100	0	100
2	100	99	1	99
3	100	95	5	95
4	100	100	0	100
5	100	89	11	89
6	100	81	19	81
7	100	53	47	53
8	100	90	10	90
9	100	79	21	79
10	100	75	25	75
11	100	96	4	96
12	100	100	0	100
13	100	88	12	88
14	100	95	5	95
15	100	82	18	82
16	100	100	0	100
17	100	20	80	20
18	100	100	0	100
19	100	21	79	21
20	100	42	58	42
21	100	100	0	100
22	100	100	0	100
23	100	100	0	100
24	100	100	0	100
25	100	86	14	86
26	100	100	0	100
27	100	100	0	100
28	100	59	41	59
29	100	100	0	100
30	100	100	0	100
31	100	100	0	100
32	100	40	60	40
33	100	100	0	100
34	100	93	7	93
35	100	100	0	100
36	100	100	0	100
37	100	100	0	100
38	100	100	0	100
39	100	58	42	58
40	100	59	41	59
41	100	56	44	56
42	100	100	0	100
43	100	99	1	99
44	100	100	0	100
45	100	89	11	89
46	100	100	0	100
47	100	60	40	60
48	100	91	9	91
49	100	100	0	100
50	100	100	0	100
51	100	55	45	55
52	100	92	8	92
Total	5200	4442	758	4442
Promedio	100	85.42	14.58	85.42

Gráfico 1: Porcentaje promedio de pupas removidas y pupas no removidas por abejas *Apis mellifera* L., en colmenas (n = 52) de la UNALM. La Molina-Lima, 2016.



6.2. Tasa de infestación de varroa en abejas adultas

En el cuadro 3 se aprecia el número de abejas por muestra tomada, número de varroas registradas y la tasa (%) de infestación de varroa en abejas adultas por colmena sujeta a estudio.

En el presente estudio sobre un total de 17650 abejas adultas con un promedio de 339 por colmena, se encontraron 336 varroas con un promedio de 6.46 varroas por colmena, registrándose una tasa promedio de infestación de 1.99%. En cuanto a número de abejas evaluadas por colmena se tuvo valores entre 223 y 601 abejas adultas, con registros de número de varroas de 0 y 22 varroas; habiéndose determinado tasas (%) de varroasis de 0 a 6.67%, lo cual debe considerarse como tasas bajas y moderadas de infestación. Por otra parte, también debe enfatizarse el hecho que las colonias evaluadas mostraron un bajo nivel de infestación por varroa.

Lo antes indicado, muestra con gran claridad que, en promedio, la muestra de número de abejas tomada fue la adecuada y concordante a lo que manifiesta **De Jong (1982)**, citado por **Sanabria et al. (2015)**, de haber empleado entre 200 y 300 abejas por muestra. Al respecto, **Vandame (2001)**, consideró una muestra de aproximadamente 100 abejas en un frasco de alcohol o en agua jabonosa para evaluar el porcentaje de infestación de abejas adultas; de la misma forma **Castagnino, Pinto & Carneiro (2016)**, colectaron aproximadamente 200 abejas adultas, que fueron transferidas a un recipiente conteniendo aproximadamente 200 ml con una solución de alcohol y agua, a una proporción de 1:3.

Los resultados de los porcentajes de infestación es similar a los resultados de **Sanabria et al. (2015)**, quienes encontraron que las colonias sin tratamiento manifestaron una tasa de infestación de abejas adultas (TIA) de 3.61% en comparación con las colmenas que recibieron tratamiento tuvieron un 5.36%. Estos resultados también son similares, a los encontrados por **Pinto et al. (2012)**, en la región de Taubaté el porcentaje de infestación por varroa fue de 4.9% (3.4 a 5.8%) y, en Vicosá el porcentaje de infestación por varroa fue de 10% (5.4 - 21%) con un

Cuadro 3: Tasa (%) de infestación de varroa en abejas adultas (TIVA). La Molina-Lima, 2016.

Colmena N°	Número de abejas por muestra tomada	Número de varroas registradas	Tasa(%) de infestación de varroa en abejas adultas
1	519	2	0.39
2	283	2	0.71
3	307	8	2.61
4	322	9	2.80
5	285	19	6.67
6	287	2	0.70
7	435	22	5.06
8	310	8	2.58
9	223	4	1.79
10	248	7	2.82
11	281	6	2.14
12	380	1	0.26
13	332	3	0.90
14	289	10	3.46
15	340	10	2.94
16	297	3	1.01
17	431	8	1.86
18	335	2	0.60
19	357	13	3.64
20	277	2	0.72
21	304	2	0.66
22	403	3	0.74
23	379	4	1.06
24	448	2	0.45
25	402	6	1.49
26	347	2	0.58
27	291	7	2.41
28	259	14	5.41
29	354	2	0.56
30	335	1	0.30
31	294	6	2.04
32	304	15	4.93
33	298	6	2.01
34	384	4	1.04
35	288	15	5.21
36	396	8	2.02
37	285	9	3.16
38	288	10	3.47
39	246	2	0.81
40	273	11	4.03
41	396	3	0.76
42	323	9	2.79
43	283	0	0.00
44	348	0	0.00
45	400	10	2.50
46	465	6	1.29
47	275	9	3.27
48	319	3	0.94
49	412	3	0.73
50	377	2	0.53
51	601	13	2.16
52	335	8	2.39
Total	17650	336	103.38
Promedio	339.42	6.46	1.99

comportamiento higiénico de 57.7% (0 - 79%). Por otro lado, **Marcangeli & Damiani (2007)**, mencionan que los panales viejos tienen niveles de infestación significativamente superiores a los panales nuevos con 13.52% y 6.18% respectivamente. En este sentido, **Jiang et al. (2016)**, indica que la tolerancia a varroa es genético enfatizando que las pupas responden más al parasitismo por varroa que las abejas adultas.

6.2.1. Correlación entre la tasa (%) de pupas removidas o comportamiento higiénico (CH) y la tasa (%) de infestación de varroa en abejas adultas (TIVA).

Al realizar el análisis de correlación de Spearman entre la tasa (%) de pupas removidas y la tasa (%) de infestación de varroa en abejas adultas (Anexo 3) se encontró un valor de $r_s = -0.397$ altamente significativo $P < 0.01$, como el valor es negativo nos indica que cuando una variable se incrementa, la otra disminuye; en otras palabras cuando la tasa (%) de pupas removidas se incrementa la tasa (%) de infestación de varroa en abejas adultas disminuye.

El valor encontrado concuerda con **Pinto et al. (2012)**, quienes encontraron correlación negativa ($r = -0.9627$; $p < 0.01$) entre la tasa de infestación del acaro *Varroa destructor* y el comportamiento higiénico (tasa (%) de remoción de pupas) de las abejas. En este sentido, en Taubaté, el valor promedio de la tasa de infestación por varroa fue de 4.9% (3.4 a 5.8%), con un comportamiento higiénico de 98.6% (96 a 100%), en Vicososa la tasa de infestación promedio de varroa fue de 10% (5.4 - 21%) con un comportamiento higiénico de 57.7% (0 - 79%). De igual manera, **Marcangeli (1997)**, en abejas Europeas (*Apis mellifera mellifera* y *Apis mellifera ligústica*) encontró una correlación negativa de ($r = -0.749$; $p < 0.01$) entre el comportamiento higiénico en relación a los distintos niveles de parasitación de varroa; por su parte **Arechavaleta et al. (2010)**, encontraron una correlación negativa relativamente baja ($r = -0.15$; $p < 0.05$) entre la resistencia de las colonias al crecimiento poblacional de varroa. Así mismo, **Castagnino; Pinto & Carneiro (2016)**, en Abejas africanizadas de Brasil encontraron una frecuencia media de comportamiento higiénico de 82.58% que consideraron como colonias higiénicas y una media de infestación con *Varroa destructor* en abejas adultas de 4.19% que le

permitieron afirmar que existe una correlación negativa. Así mismo, **Ivernizzi (2001)**, encontró una clara asociación entre la presencia de cría yesificada causada por *Ascosphaera apis* y el bajo comportamiento higiénico de las colonias. Por otro lado, **Araneda et al. (2008)**, demostraron que no hay correlación entre el nivel de infestación de varroa con el comportamiento higiénico o tasa (%) de remoción de pupas porque encontraron valores muy variables entre sí. Por su parte, **Aumeier, Rosenkranz & Gonçalves (2000)**, afirman que el comportamiento higiénico no es un factor clave en la tolerancia a Varroasis de las abejas africanizadas en Brasil.

En este sentido, **Ivernizzi & Rodríguez (2007)**, indican que el comportamiento higiénico se incrementó en cinco años de 77,7% a 98,7%, que permite afirmar que puede haber una disminución drástica de las enfermedades a mediano plazo con un programa de selección masal.

6.3. Número de panales con crías y panales con miel y polen, y número estimado de abejas adultas por colmena.

En el cuadro 4 se presenta el número de panales con crías, el número de panales con miel y polen, y el número estimado de abejas adultas por colonia.

El número de panales con crías varió entre 4 a 9 panales los cuales contenían huevo, larvas y pupas a modo de crías operculadas, principalmente de obreras, habiéndose registrado en promedio 6.75 panales con crías, lo cual pone de manifiesto el hecho que las colmenas en investigación se encontraban en muy buenas condiciones de desarrollo biológico, situación que podría estar relacionada a las altas tasas de comportamiento higiénico y a las bajas tasas de infestación por varroa en las colonias.

Por otra parte, respecto al número de panales con miel y polen se tuvo entre 1 a 6 panales por colmena con un promedio de 3.25. Esto pone en evidencia una adecuada condición de las colmenas respecto a la reserva alimenticia, lo cual, como se sabe, es fundamental para el buen desarrollo biológico y condición sanitaria de las colonias.

En lo que corresponde al número de abejas adultas por colmena, tuvo una variación entre 16,000 a 25,000, con un promedio de 19,558 abejas por colmena. Estos valores corresponden, ciertamente, a colonias fuertes con probablemente buenas características biológicas y de comportamiento, constituyéndose la alta población de abejas en factor importante en la manifestación del comportamiento higiénico y la presencia de bajas tasas de infestación de varroa en abejas.

De acuerdo a la revisión de investigaciones se observó que los resultados este estudio apoyan a los presentados por **Marcangeli (2004)**, quien encontró que en colmenas vigorosas la tasa de remoción de pupas muertas (promedio $74,03 \pm 0,41$) fue significativamente superior al de las colmenas debilitadas (promedio $57,58 \pm 1,70$), mencionando, además, que la manifestación de estos comportamientos sería facultativa siendo el vigor de la colmena un factor muy importante. Así mismo, (**Medina et al. 2014; Tompson, 1964; Momont & Rothembuhler, 1971; Spivak & Gilliam, 1993, citados por Principal 2008**), señalan que la expresión del comportamiento higiénico es variable, que puede estar influenciada por factores ambientales, abundancia de abejas adultas y crías en las colmenas, así como el incremento de la cantidad de néctar recolectado por las abejas, entre otros no reconocidos hasta el presente.

Al respecto, **Medina et al. (2014)**, encontraron que las colonias con comportamiento higiénico alto produjeron significativamente más miel que las colmenas con comportamiento higiénico bajo ($21,14 \pm 4,7$ vs $13,4 \pm 5,0$ kg: $p < 0,01$) respectivamente. Así mismo, **Spivak & Reuter (2001)**, mencionan que las colonias higiénicas produjeron un promedio de $25,7 \text{ kg} \pm 13,4$ de miel, y las no higiénicas produjeron $14,0 \text{ kg} \pm 16,4$ ($t=2.110$, $p=0.105$).

Cuadro 4: Panales con crías, panales con miel y polen, y abejas adultas por colonia; expresados en número. La Molina-Lima, 2016.

Colmena N°	Panales con crías	Panales con miel y polen	Abejas por colmena
1	6	4	18000
2	7	3	20000
3	4	6	18000
4	5	5	18000
5	7	3	20000
6	8	2	20000
7	7	3	22000
8	8	2	20000
9	7	3	16000
10	6	4	20000
11	5	5	20000
12	5	5	18000
13	9	1	25000
14	7	3	20000
15	6	4	20000
16	7	3	20000
17	8	2	22000
18	9	1	22000
19	6	4	19000
20	9	1	20000
21	8	2	20000
22	8	2	20000
23	8	2	20000
24	7	3	19000
25	8	2	18000
26	8	2	20000
27	7	3	20000
28	4	6	20000
29	7	3	20000
30	8	2	22000
31	6	4	18000
32	7	3	20000
33	7	3	19000
34	7	3	23000
35	8	2	18000
36	7	3	20000
37	7	3	18000
38	8	2	18000
39	7	3	18000
40	7	3	17000
41	7	3	20000
42	4	6	18000
43	5	5	20000
44	6	4	20000
45	5	5	18000
46	7	3	20000
47	6	4	20000
48	7	3	20000
49	5	5	18000
50	5	5	18000
51	7	3	20000
52	7	3	19000
Total	351	169	1017000
Promedio	6.75	3.25	19557.69

6.3.1. Número y porcentaje de colmenas según el número de panales con crías.

El cuadro 5 y gráfico 2 presentan el número y porcentaje de colmenas según el número de panales con crías registradas en las colmenas evaluadas.

Se aprecia que el número de panales con crías estuvo comprendido entre 4 y 9 panales. El número de colmenas con 4, 5, 6, 7, 8 y 9 panales con crías, registradas, alcanzó valores de 3, 7, 7, 21, 11 y 3 colmenas, respectivamente, los cuales, a su vez, expresaron porcentajes de 5.8, 13.4, 13.4, 40.4, 21.2 y 5.8. Los menores porcentajes de colmenas corresponden a las que tuvieron 4, 5, 6 y 9 panales con crías, en tanto los mayores porcentajes de colmenas tuvieron 7 y 8 panales con crías, lo cual en suma alcanzaron 38.4% y 61.6%, respectivamente.

6.3.2. Número y porcentaje de panales con miel y polen

El cuadro 6 y gráfico 3 presentan el número y porcentaje de colmenas según el número de panales con miel y polen registrados en las colmenas evaluadas.

Se aprecia que el número de panales con miel y polen estuvo comprendido entre 1 y 6 panales. Este número de colmenas con 1, 2, 3, 4, 5 y 6 panales con miel y polen, registrados, alcanzó valores de 3, 11, 21, 7, 7 y 3 colmenas, respectivamente, los cuales, a su vez, resultaron en porcentajes de 5.8, 21.2, 40.4, 13.4, 13.4 y 5.8. Los menores porcentajes de colmenas corresponden a las que tuvieron 1, 4, 5 y 6 panales con miel y polen, mientras que los mayores porcentajes de colmenas tuvieron 2 y 3 panales con miel y polen, lo cual en suma alcanzaron 38.4 % y 61.6 %, respectivamente.

6.3.3. Número estimado de abejas adultas por colmena

El cuadro 7 y gráfico 4 presentan el número y porcentaje de colmenas según el número estimado de abejas adultas en las colmenas evaluadas. El número estimado de abejas adultas por colmena varió 16,000 a 25,000. El mayor porcentaje de colmenas cuyo valor grupal alcanzó 77.0% correspondió a colmenas que tuvieron 18,000 y 20,000 abejas adultas por colmena, mientras que el menor porcentaje de colmenas con un valor grupal de 23.0% tuvieron 16,000, 17,000, 19,000, 22,000, 23,000 y 25,000 abejas adultas por colmena.

6.4. Categorización de las colmenas del colmenar UNALM.

Para la categorización de colmenas se consideró el comportamiento higiénico (CH) o tasa (%) de remoción de pupas pinchadas y la tasa (%) de infestación de varroa en abejas adultas (TIVA).

6.4.1. Categorización de las colmenas según el comportamiento higiénico (CH) o tasa (%) de remoción de pupas pinchadas.

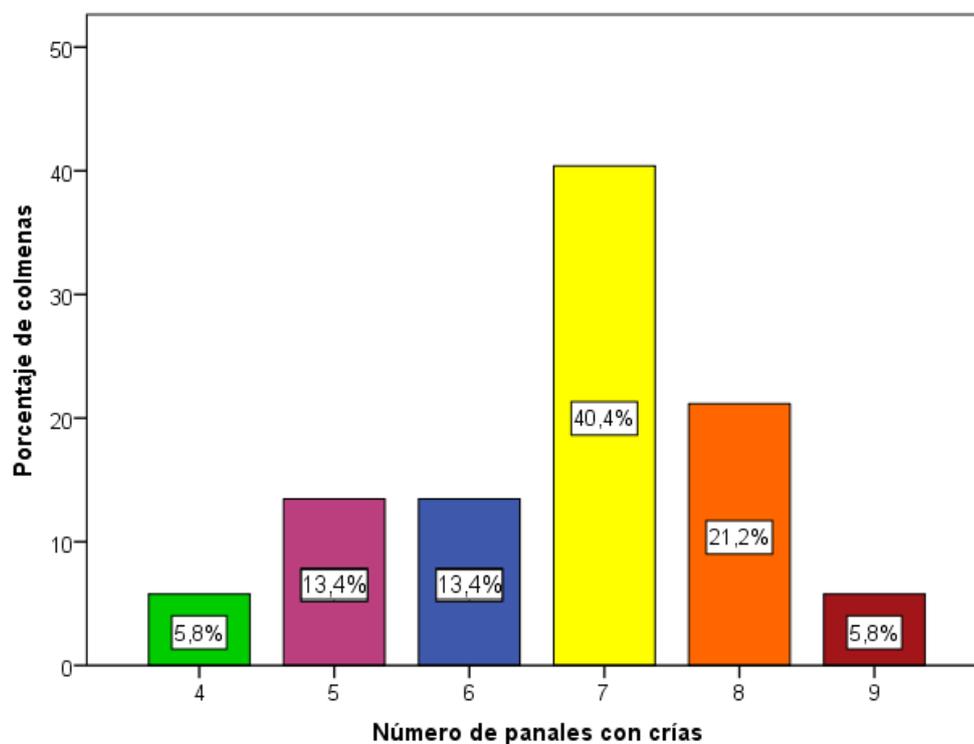
Los valores de tasa (%) de remoción de pupas encontrados en las colmenas materia de la investigación permitieron establecer colmenas en tres categorías: I o altamente higiénicas, II o moderadamente higiénicas y III levemente higiénicas; para lo cual se siguió el criterio de **Spivak (1996), citados por Principal et al. (2008)**. En el cuadro 8 y gráfico 5 se puede apreciar que el mayor número de colmenas corresponde a la categoría I con 55.8% de colmenas cuyas tasas (%) de remoción de pupas van de 95 a 100%; y con 23.1 y 21.2% de colmenas en las categorías II y III, respectivamente, con tasas (%) de remoción de pupas de 75 a 94% para la categoría II, y de 0 a 74% para la categoría III.

Palacio et al. (s.f.), consideraron como colonias higiénicas aquellas que tuvieron tasas de remoción de pupas pinchadas mayores a 80% y como colmenas no higiénicas a aquellas que presentaron valores menores al 80%. Así mismo, **Principal et al. (2008)**, calificó las colonias según el criterio de Spivak, concluyendo que el comportamiento higiénico en abejas africanizadas presentó una gran

Cuadro 5: Número y porcentaje de colmenas, según el número de panales con crías. La Molina-Lima, 2016.

Número de panales con crías	Número de colmenas	Porcentaje de colmenas
4	3	5.8
5	7	13.4
6	7	13.4
7	21	40.4
8	11	21.2
9	3	5.8
Total	52	100

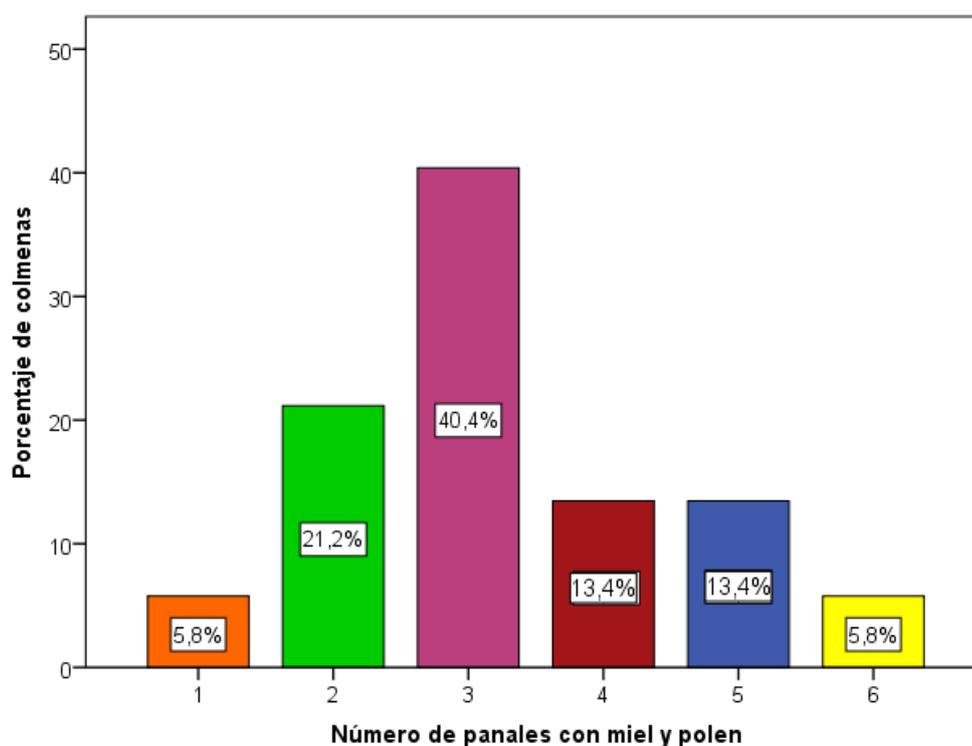
Gráfico 2: Número y porcentaje de colmenas, según el número de panales con crías. La Molina-Lima, 2016.



Cuadro 6: Número y porcentaje de colmenas según el número de panales con miel y polen. La Molina-Lima, 2016.

Número de panales con miel y polen	Número de colmenas	Porcentaje de colmenas
1	3	5.8
2	11	21.2
3	21	40.4
4	7	13.4
5	7	13.4
6	3	5.8
Total	52	100

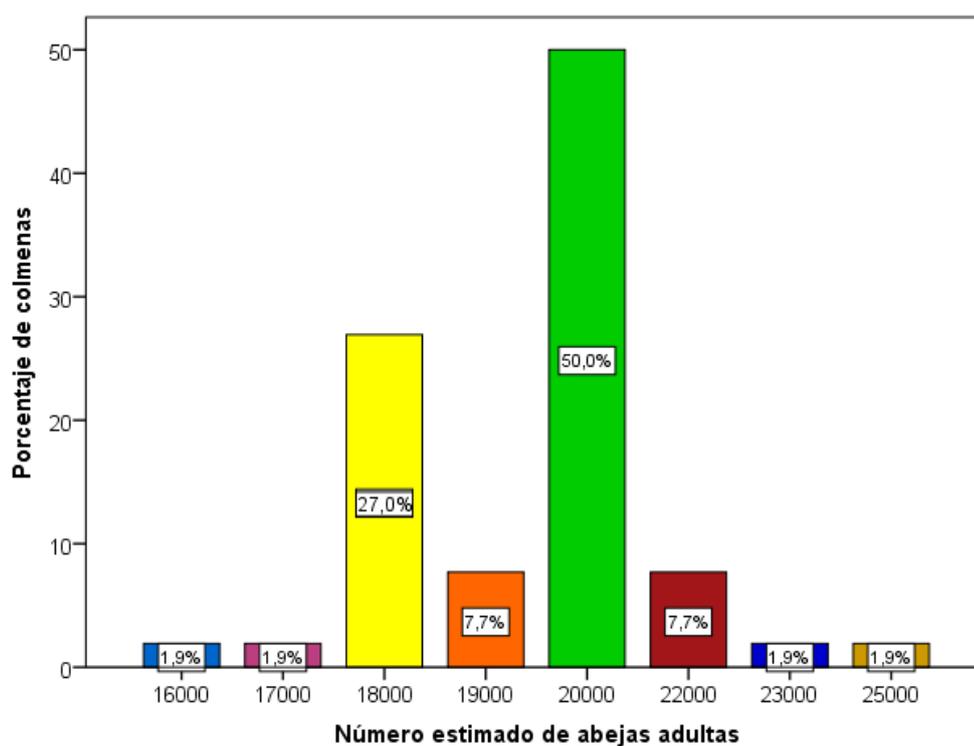
Gráfico 3: Número y porcentaje de colmenas según el número de panales con miel y polen. La Molina-Lima, 2016.



Cuadro 7: Número y porcentaje de colmenas, según el número estimado de abejas adultas por colmena. La Molina-Lima, 2016.

Número estimado de abejas adultas por colmena	Número de colmenas	Porcentaje de colmenas
16000	1	1.9
17000	1	1.9
18000	14	27
19000	4	7.7
20000	26	50
22000	4	7.7
23000	1	1.9
25000	1	1.9
Total	52	100

Gráfico 4: Número y porcentaje de colmenas, según el número estimado de abejas adultas por colmena. La Molina-Lima, 2016.

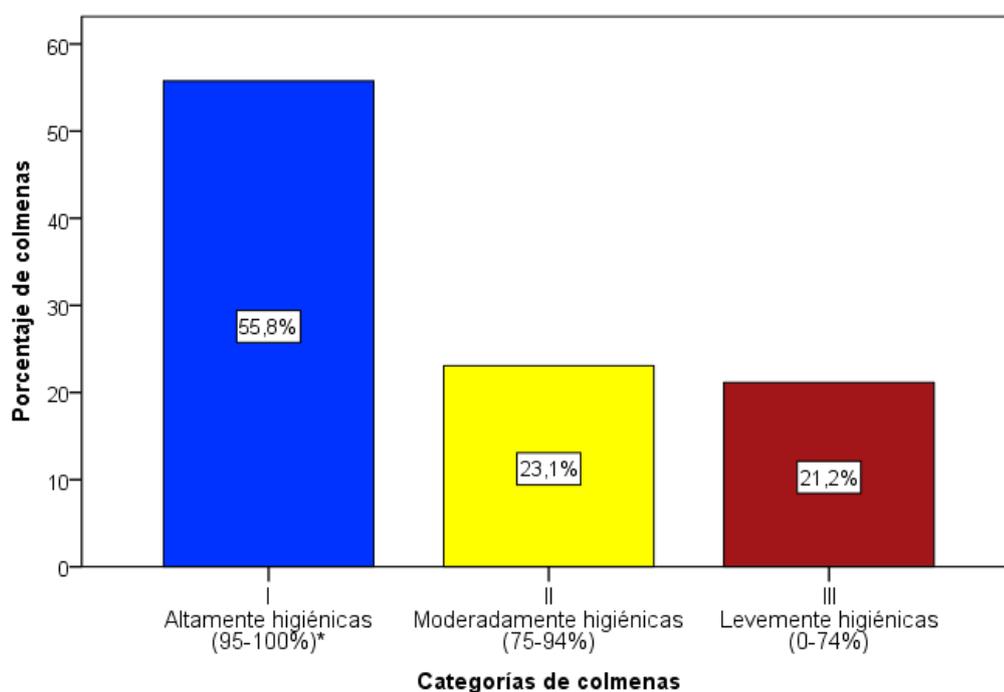


Cuadro 8: Porcentaje de colmenas según categorías de comportamiento higiénico. La Molina-Lima, 2016.

Categorías de colmenas	Número de colmenas	Porcentaje de colmenas
I Altamente higiénicas (95-100%)*	29	55.8
II Moderadamente higiénicas (75-94%)	12	23.1
III Levemente higiénicas (0-74%)	11	21.2
Total	52	100.0

* Valores entre paréntesis indican tasas (%) de remoción de pupas.

Gráfico 5: Porcentaje de colmenas según categorías de comportamiento higiénico. La Molina-Lima 2016.



*Valores entre paréntesis indican tasas (%) de remoción de pupas.

variación, con un 17, 24 y 59% de colonias con patrón de comportamiento leve, moderado y alto, respectivamente.

Vasquez, Mestanza & Alarcón (2016), en Lambayeque-Perú, evaluaron el comportamiento higiénico en abejas melíferas por el método del pinchado con lecturas después de 24 horas, encontrando tasas de remoción de pupas de 71.75%, calificando las colmenas como levemente higiénicas.

Por lo antes referido, en la presente investigación se propone calificar a las colmenas de la categoría I (95-100%) como altamente higiénicas, a las de la categoría II (75-94%) como moderadamente higiénicas, y a las de la categoría III (0-74%) como levemente higiénicas.

6.4.2. Categorización de las colmenas según tasa (%) de infestación de varroa en abejas adultas (TIVA).

De acuerdo a los valores diferenciales de tasa (%) de infestación de varroa en abejas adultas (TIVA) que fluctúan entre 0 y 6.67 % se propuso una categorización de colmenas, según la tasa (%) de infestación de varroa en abejas adultas, consistente en cuatro categorías (cuadro 9 y gráfico 6): categoría I con tasas de 0 a 1,6%; categoría II, con 1.7 a 3.2%; categoría III, con 3.3 a 4.9 % y categoría IV con 5 a 6.67%. En la categoría I y II se concentra el mayor número de colmenas que en conjunto llega al 82.7%, mientras que en las otras dos categorías se tiene un escaso número de colmenas que alcanza solamente un 17.3% presentaron moderadas tasas.

Lo antes referido indica que el número de colmenas evaluadas ($48.1 + 34.6 = 82.7\%$) presentaron bajas tasas (%) de infestación por varroa entre 0 y 3.2%, en tanto que el menor número de colmenas ($9.6 + 7.7 = 17.3\%$) presentaron moderadas tasas.

Por lo antes indicado, en la presente investigación se propone calificar a las colmenas de la categoría I (0-1.6%) como colmenas con muy baja infestación, a las de la categoría II (1.7-3.2) como colmenas con baja infestación, a las de la categoría

III (3.3-4.9) como colmenas con ligero-moderado infestación, y a las de la categoría IV (5-6.67) como colmenas con moderada infestación.

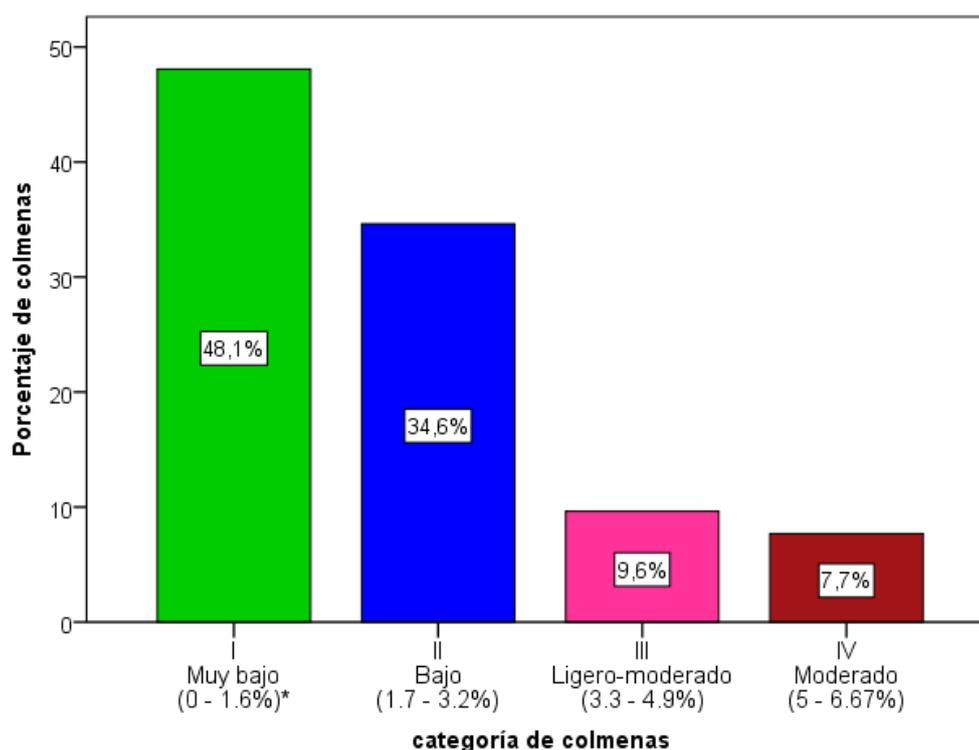
Vandame (2001), estableció 3 categorías de colmenas según la tasa (%) de infestación por varroa en abejas adultas, considerando las categorías de bajo, moderado y alto, para determinar el grado de infestación de abejas adultas donde las colonias que tienen tasas de infestación menor a 5% tienen un bajo porcentaje de varroasis no necesitan un tratamiento con urgencia; si las colmenas tienen tasas de infestación entre 5.1 a 10% tienen una moderada infestación y las colmenas que presentan tasas de infestación superiores a 10% tienen un alto riesgo y necesitan un control riguroso. Así, Consideró de 0 – 5% de infestación para la categoría “bajo”, de 5.1 – 10, para la categoría “moderado” y mayor de 10 a la categoría alto.

Cuadro 9: Porcentaje de colmenas según categorías de tasa de infestación por varroa. La Molina-Lima, 2016.

Categorías de colmenas	Número de colmenas	Porcentaje de colmenas
I Muy bajo (0 - 1.6 %)*	25	48,1
II Bajo (1.7 - 3.2 %)	18	34,6
III Ligero-moderado (3.3- 4.9 %)	5	9,6
IV Moderado (5 - 6.67 %)	4	7,7
Total	52	100,0

*Valores entre paréntesis indican tasas (%) de infestación, de varroa en abejas adultas.

Gráfico 6: Porcentaje de colmenas según categorías de tasa de infestación por varroa. La Molina-Lima, 2016.



*Valores entre paréntesis indican tasas (%) de infestación, de varroa en abejas adultas.

VII. CONCLUSIONES Y SUGERENCIAS

7.1. Conclusiones

- El comportamiento higiénico (CH) 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 (TIVA) fue bajo, con un valor porcentual promedio de 1.99.
- Se encontró una correlación inversa entre el comportamiento higiénico (CH) o la tasa (%) de remoción de pupas pinchadas y la tasa (%) de infestación de varroa en abejas adultas (TIVA), $r_s = -0.397$.
- 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 UNALM, por comportamiento higiénico (CH) o tasa (%) de remoción de pupas pinchadas, y por tasa (%) de infestación de varroa en abejas adultas (TIVA), en tres y cuatro categorías respectivamente; destacando, en cuanto al comportamiento higiénico (CH), las altamente higiénicas con 55.8 %, de colmenas y, en cuanto a tasa (%) de infestación por varroa en abejas adultas (TIVA) las de categoría muy baja con 48.1% de colmenas.

7.2. Sugerencias

- Continuar con investigaciones relacionados al comportamiento higiénico para la selección de colmenas con fines de mejoramiento genético.
- Se sugiere realizar las evaluaciones del comportamiento higiénico en diferentes épocas del calendario apícola para ver si existe algún efecto relacionado de las variables climáticas en la manifestación de este comportamiento.

VIII. BIBLIOGRAFÍA

1. **Araneda, X., Bernales, M., Solano, J., Mansilla, K. (2010).** Comportamiento de acicalamiento de abejas (Himenoptera: apidae) sobre varroa (Mesostigmata: varroidade). Rev. Colombiana de entomología 36(2). p. 232-234. Consultado el 01 Jun. 2017. Disponible en <http://www.scielo.org.co/pdf/rcen/v36n2/v36n2a10.pdf>
2. **Araneda, D., Pérez, N., Castillo, R., Medina M. (2008).** Evaluación del comportamiento higiénico de *Apis mellifera* L. en relación al nivel de infestación de *varroa destructor* Anderson & Truenan. IDESIA. (Chile). Vol. 26, N°2 p. 59-67.
3. **Arechavaleta-Velasco, M., Hunt, G., Spivak, M., Camacho-Rea, C. (2011).** Loci de rasgos binarios que influyen en la expresión del comportamiento higiénico de las abejas melíferas. Rev. Mex. Cienc. Pecu. 2(3): p.283-298. Consultado el 16 mar. 2016. Disponible en <http://www.scielo.org.mx/pdf/rmcp/v2n3/v2n3a4.pdf>.
4. **Arechavaleta, M., Robles, C., Straffon, S., Muñoz, M. (2010).** Heredabilidad y correlaciones para la resistencia de las colonias de abejas al crecimiento poblacional de *Varroa destructor* A. 17° congreso internacional de actualización apícola, mayo de 2010. Villahermosa, Tabasco, México. Asociación Nacional de Médicos veterinarios especialistas en abejas. A.C.P. p. 88-91.
5. **Ariclenes, F., Casimiro, D., Carbalho, D., Borges, P. (2015).** Comportamento higiênico em colmeias de *Apis mellifera* L. africanizadas no sertão de Paraíba. Rev. Verde (Pombal-PB-Brasil) v.10, n.3, p. 08-12. Consultado 14 jun.2018. Disponible en <http://oaji.net/articles/2016/2238-1481128973.pdf>
6. **Aumeier, P., Rosenkranz, P., Gonçalves, L.S. (2000).** A comparison of the hygienic response of Africanized and European (*Apis mellifera cárnica*)

honey bees to *Varroa*-infested brood in tropical Brazil. *Genetics and Molecular Biology*, 23, 4.p.787-791

7. **Castagnino, G., Pinto, L., Carneiro, M. (2016).** Correlação da infestação de *Varroa destructor* sobre o comportamento higiênico de abelhas *Apis mellifera*. *Arch. Zootec.*65 (252): p.549-554.
8. **Corona apicultores, (2013).** *Varroa destructor*. Consultado 21 agost. 2018. Disponible en: <https://coronaapicultores.blogspot.com/search>.
9. **David De Jong (2014).** Selección de abejas para el control de enfermedades especialmente la Varroosis.
10. **David De Jong (2010).** Nuevas enfermedades de la abejas- selección y manejo para su control. 17° congreso internacional de actualización apícola, mayo de 2010. Villahermosa, Tabasco, México. Asociación Nacional de Médicos veterinarios especialistas en abejas. A.C.P. p. 78-80. Consultado 06 jun.2018. Disponible en <http://docplayer.es/7456988-17-congreso-internacional-de-actualizacion-apicola-asociacion-nacional-de-medicos-veterinarios-especialistas-en-abejas-a-c.html>
11. **Dávila, M., Ortiz, M. (1987).** Presencia del acaro *Varroa jacobsoni*, ectoparásito de la abeja de la miel, en el Perú. *Rev. Per. Ent.* 28: p.79-80- Dic. 1985
12. **Espinoza, L., Guzmán, N., Sánchez A., Hugo, M., Correa, B. (2008).** Estudio comparativo de tres pruebas para evaluar el comportamiento higiénico en colmenas de abejas (*Apis mellifera L.*) *Medigraphic Artemisa* en línea *Vet. Mex.*, 39(1): p. 39-54.
13. **Flores, J. M., Ruiz, J.M., Puerta, F., Campano, F., Padilla, F., Bustos, M. (1998).** El grooming en *Apis mellifera* ibérica frente a la *Varroa jacobsoni* Oud. *Arch. Zootec. España.* 47: p. 213-218. Consultado el 22 mar. 2016. Disponible en <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/277738.pdf>

- 14. GEO Lima y Callao (2005).** Contexto del área metropolitana de Lima y Callao. p.1-14. Consultado el 21 agost. 2018. Disponible en <http://sinia.minam.gob.pe/documentos/geo-lima-callao-2005-perspectivas-medio-ambiente-urbano>.
- 15. Gramacho, K.P. (2004).** XV Congreso Brasileiro de Apicultura 1° Congreso Brasileiro de Meliponicultura. Brasil.
- 16. Gramacho, K.P., Spivak, M. (2003).** Differences in olfactory sensitivity and behavioral responses among honey bees bred for higienic behavior. *Behav. Ecol sociobiol* 54: p.472-479.
- 17. INEI. IV Censo Nacional Agropecuario 2012.** Perú. <http://censos.inei.gob.pe/cenagro/tabulados/>
- 18. Invernizzi, C. (2001).** Resistencia a la enfermedad de cría yesificada por colonias de *Apis mellifera* con eficiente comportamiento higiénico (Hymenoptera, Apidae). *inheringia, Ser. Zool., Porto Alegre, (91):* p.109 -114.
- 19. Ivernizzi, C., Rodríguez, J.P. (2007).** Mejora en la sanidad de la cría en colonias de abejas (*Apis mellifera* L.) seleccionadas por el comportamiento higiénico. *Veterinaria Montivideo-Uruguay* 42(167): p. 9-13. Consultado el 14 jun. 2018. Disponible en <https://www.cabi.org/isc/FullTextPDF/2008/20083223138.pdf>
- 20. Jiang, S., Robertson T., Mostajeran, M., Robertson, A. J., Qiu, X. (2016).** Differential gene expression of two extreme honey bee (*Apis mellifera*) colonies showing varroa tolerance and susceptibility. Department of Food and Bioproduct Sciences University of Saskatchewan, Saskatoon, SK, Canada; and Meadow Ridge Enterprises Ltd, Saskatoon, SK, Canada. *Insect Molecular Biology*, 25(3), 272–282.
- 21. Marcangeli, J., Damiani, N. (2007).** Índices de prevalencia del ácaro *varroa destructor* (Acari:Varroidae) en cuadros de crías nuevos o previamente

- utilizados por *Apis mellifera* (Himenoptera:Apidae) Rev. Soc. Entomol. Argentina. 66(1-2): p. 147- 152.
- 22. Marcangeli, J. (2005).** Efecto de *Varroa destructor* Oud. 1904 (*Acari: Varroidae*) sobre el potencial higiénico de la abeja *Apis mellifera* L.1778 (*Hymenoptera: Apidae*), *Natura Neotropicalis* 36: p.01-06. Consultado el 12 feb. 2016. Disponible en: https://scholar.google.com.pe/scholar?hl=es&as_sdt=0%2C5&q=Efecto+de+Varroa+destructor+Oud.+1904+%28Acari%3A+Varroidae%29+sobre+el+potencial+higi%C3%A9nico+de+la+abeja+Apis+mellifera+L.1778+%28Hymenoptera%3A+Apidae%29&btnG
- 23. Marcangeli, J. (2004).** Factores que influyen sobre la manifestación del comportamiento higiénico de las abejas *Apis mellifera* (Himenoptera:Apidae). II. Vigor de la colmena. *Natura Neotropicalis*. Argentina. 34 y 35: p.15-18.
- 24. Marcangeli, J., García, M. (2003).** Control del acaro *Varroa destructor* (Mesostigmata: varroidade) mediante la aplicación de distintos principios activos. En *Rev. Soc. Argentina*: p. 69-74. Consultado el 01 Jun. 2017. Disponible en <http://www.scielo.org.ar/pdf/rsea/v62n3-4/v62n3-4a09.pdf>
- 25. Marcangeli, J. (2001).** Diferencias en el comportamiento higiénico de la abeja *Apis mellifera* en celdas de crías de obreras y zánganos. *Rev. Soc. Entomol. Argentina* 60(1-4): p. 203-208. Consultado el 31 oct. 2017. Disponible en <https://www.biotaxa.org/RSEA/article/download/32320/28727>
- 26. Marcangeli, J. (1997).** Relación entre el comportamiento higiénico de la abeja *Apis mellifera* (Himenoptera: Apidae) y el tamaño poblacional del acaro *varroa jacobsoni* (Mesostigmata: Varroidae). *Natura Neotropicalis*. Argentina. 28(2): p. 125-129.
- 27. Medina, C., Guzmán-Nova, E., Aréchida, C., Gutiérrez, H., Aguilera, J. (2014).** Producción de miel e infestación con *varroa destructor* de abejas

- africanizadas (*Apis mellifera*) con alto y bajo comportamiento higiénico. Rev. Mex. Cienc. Pecu. 2014; 5(2): p.157-170. Consultado el 16 mar. 2016. Disponible en <http://www.scielo.org.mx/pdf/rmcp/v5n2/v5n2a3.pdf>
- 28. Palacio, M.A., Figini, E., Ruffinengo, S., Rodriguez, E., Del Hoyo, M., Bedascarrasbure, E. (s.f.).** Resultados de la selección para comportamiento higiénico en poblaciones de abejas (*Apis mellifera* L) sin control de fecundación. Argentina. VET-UY. Artículos de apicultura- 014. Consultado 13 jun.2018. Disponible en <http://www.veterinaria.org/asociaciones/vetuy/articulos/apicultura/050/0014/apic014.htm>
- 29. Pérez, H., Demedio, J. (2014).** Evaluación de la conducta higiénica en colmenas de abejas *Apis mellifera* L. por el método del pinchado con dos instrumentos. Rev. Salud Animal, septiembre - diciembre, 36(3): p.1 – 8.
- 30. Pinto, F., Puker A., Barreto L., Message, D. (2012).** The ectoparasite mite *Varroa destructor* Anderson and Trueman in southeastern Brazil apiaries: effects of the hygienic behavior of africanized honey bees on infestation rates. Arq. Bras. Med. Vet. Zootec., v.64, n.5, p.1194-1199. Consultado el 19 mar. 2016. Disponible en <http://www.scielo.br/pdf/abmvz/v64n5/v64n5a17.pdf>
- 31. Pires, S.M.A., Josa, A., Martins, A., Costa, A. (2006).** Estudio de algunos métodos usados para avaliar o comportamento higiênico de ecotipos locais de abelhas Portuguesas. RPCV. 101(557-558) p.45-49. Consultado 14 jun.2018. Disponible en http://www.fmv.ulisboa.pt/spcv/PDF/pdf6_2006/557_558_45_49.pdf
- 32. Principal, J., D´Aubeterre, R., Barrios, C., Puzzar, S., García, S., Fuselli, S. (2008).** comportamiento higiénico de las abejas africanizadas (*Apis mellifera scutellata* Lepeletier) en apiarios del estado Lara. Venezuela. Zootecnia tropical., 26(2) p.1667-173. Consultado el 17 mar. 2017. Disponible en <http://www.bioline.org.br/pdf?zt08021>

- 33. Ramos, V. (2012).** Evaluación del comportamiento higiénico de las abejas (*Apis mellifera*) mediante dos métodos de sacrificio de crías operculadas en la granja K'ayra. Tesis Ing. Zoot. Perú. Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco.p. 67.
- 34. Sanabria, J.L., Demedio, J., Pérez, T., Peñate, I., Rodríguez, D., Lóriga, W. (2015).** Índices de infestación por *varroa destructor* en colmenas sin medidas de control. Rev. Cuba. Salud animal. Vol. 37(2): p.118-124.
- 35. SENAMHI (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú) 2017.** Atlas de zonas de vida del Perú, Guía explicativa. p.1-27.
- 36. SENAMHI (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú) (2016).** Consultado 06 jun.2018. Disponible en: http://www.senamhi.gob.pe/include_mapas/_dat_esta_tipo.php?estaciones=472AC278
- 37. Spivak, M., Reuter, G.S. (2001).** Resistance to American foulbrood disease by honey bee colonies *Apis mellifera* bred for higienic behavior. Apidologie32: p.555-565.
- 38. Vandame, R. (2001).** Control Alternativo de *Varroa* en Apicultura. Edición 2.2.1. p.1-29.
- 39. Vázquez, O.C., Mestanza, B.S., Alarcón, R.E. (2016).** Características morfológicas, comportamiento higiénico y agresividad de abejas criollas *Apis mellifera* sp. UCV-HACER. Rev. Inv. Cult. 5(1) 8: p.16-23.
- 40. Zzzangano, (2016).** Varroa: Enfermedad letal de las abejas. Consultado 21 agost.2018. Disponible en: <https://www.zzzangano.com/varroa-enfermedad-abejas/>

ANEXOS

Anexo 1: Datos meteorológicos durante el periodo de desarrollo de la investigación, según la estación meteorológica Alexander Von Humboldt, de la Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM). La Molina-Lima, 2016.

Mes	Temperatura promedio (°C)	Humedad relativa promedio (%)	Velocidad del viento (m/s)
Marzo	25.17	68.78	2.31
Abril	22.5	74.14	2.06
Mayo	19.61	78.06	1.69

Fuente: **SENAMHI (2016)**.

Anexo 2: Tabla de evaluación de colmenas para el estudio del comportamiento higiénico con datos registrados durante el periodo de la investigación. La Molina-Lima, 2016.

Colmena N°	Fecha de evaluación	Tasa de remoción de pupas				Tasa de infestación de varroa en abejas adultas			Número de panales con c.o.o.	Número de panales con miel y polen	Número estimado de abejas adultas por colmena
		Número de pupas pinchadas	Número de pupas removidas	Número de pupas no removidas	% Pupas removidas	Número de abejas por muestra tomada	Número de varroas registradas	% de infestación de varroa			
1	04/03/2016	100	100	0	100	519	2	0.39	6	4	18000
2	07/03/2016	100	99	1	99	283	2	0.71	7	3	20000
3	07/03/2016	100	95	5	95	307	8	2.61	4	6	18000
4	09/03/2016	100	100	0	100	322	9	2.80	5	5	18000
5	09/03/2016	100	89	11	89	285	19	6.67	7	3	20000
6	11/03/2016	100	81	19	81	287	2	0.70	8	2	20000
7	11/03/2016	100	53	47	53	435	22	5.06	7	3	22000
8	11/03/2016	100	90	10	90	310	8	2.58	8	2	20000
9	14/03/2016	100	79	21	79	223	4	1.79	7	3	16000
10	14/03/2016	100	75	25	75	248	7	2.82	6	4	20000
11	14/03/2016	100	96	4	96	281	6	2.14	5	5	20000
12	15/03/2016	100	100	0	100	380	1	0.26	5	5	18000
13	15/03/2016	100	88	12	88	332	3	0.90	9	1	25000
14	16/03/2016	100	95	5	95	289	10	3.46	7	3	20000
15	16/03/2016	100	82	18	82	340	10	2.94	6	4	20000
16	17/03/2016	100	100	0	100	297	3	1.01	7	3	20000
17	17/03/2016	100	20	80	20	431	8	1.86	8	2	22000
18	17/03/2016	100	100	0	100	335	2	0.60	9	1	22000
19	18/03/2016	100	21	79	21	357	13	3.64	6	4	19000
20	18/03/2016	100	42	58	42	277	2	0.72	9	1	20000
21	21/03/2016	100	100	0	100	304	2	0.66	8	2	20000
22	21/03/2016	100	100	0	100	403	3	0.74	8	2	20000
23	22/03/2016	100	100	0	100	379	4	1.06	8	2	20000
24	22/03/2016	100	100	0	100	448	2	0.45	7	3	19000
25	23/03/2016	100	86	14	86	402	6	1.49	8	2	18000
26	23/03/2016	100	100	0	100	347	2	0.58	8	2	20000
27	28/03/2016	100	100	0	100	291	7	2.41	7	3	20000
28	28/03/2016	100	59	41	59	259	14	5.41	4	6	20000
29	29/03/2016	100	100	0	100	354	2	0.56	7	3	20000
30	29/03/2016	100	100	0	100	335	1	0.30	8	2	22000
31	30/03/2016	100	100	0	100	294	6	2.04	6	4	18000
32	30/03/2016	100	40	60	40	304	15	4.93	7	3	20000
33	31/03/2016	100	100	0	100	298	6	2.01	7	3	19000
34	31/03/2016	100	93	7	93	384	4	1.04	7	3	23000
35	01/04/2016	100	100	0	100	288	15	5.21	8	2	18000
36	01/04/2016	100	100	0	100	396	8	2.02	7	3	20000
37	04/04/2016	100	100	0	100	285	9	3.16	7	3	18000
38	04/04/2016	100	100	0	100	288	10	3.47	8	2	18000
39	05/04/2016	100	58	42	58	246	2	0.81	7	3	18000
40	05/04/2016	100	59	41	59	273	11	4.03	7	3	17000
41	26/04/2016	100	56	44	56	396	3	0.76	7	3	20000
42	26/04/2016	100	100	0	100	323	9	2.79	4	6	18000
43	26/04/2016	100	99	1	99	283	0	0.00	5	5	20000
44	27/04/2016	100	100	0	100	348	0	0.00	6	4	20000
45	03/04/2016	100	89	11	89	400	10	2.50	5	5	18000
46	10/04/2016	100	100	0	100	465	6	1.29	7	3	20000
47	10/05/2016	100	60	40	60	275	9	3.27	6	4	20000
48	10/05/2016	100	91	9	91	319	3	0.94	7	3	20000
49	11/05/2016	100	100	0	100	412	3	0.73	5	5	18000
50	12/05/2016	100	100	0	100	377	2	0.53	5	5	18000
51	12/05/2016	100	55	45	55	601	13	2.16	7	3	20000
52	12/05/2016	100	92	8	92	335	8	2.39	7	3	19000
Total		5200	4442	758	85.42	17650	336	103.38	351	169	1017000
Promedio		100	85.42	14.58	85.42	339.42	6.46	1.99	6.75	3.25	19557.69

LEYENDA:

C.O.O.: Cría operculada de obrera

Anexo 3: Análisis de correlación de Spearman. La Molina-Lima, 2016.

Sistema SAS 00:00 Wednesday, October 15, 2014

1

Obs	PPREMO	NABMUERT	PVARROA	NABEJAS	NPPUPA	NMPOLEN
1	100	519	0.38	18000	6	4
2	99	283	0.70	20000	7	3
3	95	307	2.60	18000	4	6
4	100	322	2.79	18000	5	5
5	89	285	6.66	20000	7	3
6	79	287	0.69	20000	8	2
7	53	435	5.05	22000	7	3
8	90	310	2.58	20000	8	2
9	79	223	1.79	16000	7	3
10	75	248	2.82	20000	6	4
11	96	281	2.13	20000	5	5
12	100	380	0.26	18000	5	5
13	88	332	0.90	25000	9	1
14	95	289	3.46	20000	7	3
15	82	340	2.94	20000	6	4
16	100	297	1.01	20000	7	3
17	20	431	1.85	22000	8	2
18	100	335	0.59	22000	9	1
19	21	357	3.64	19000	6	4
20	42	277	0.72	20000	9	1
21	100	304	0.65	20000	8	2
22	100	403	0.74	20000	8	2
23	100	379	1.05	20000	8	2
24	100	448	0.44	19000	7	3
25	86	402	1.49	18000	8	2
26	100	347	0.57	20000	8	2
27	100	291	2.40	20000	7	3
28	59	259	5.40	20000	4	6
29	100	354	0.56	20000	7	3
30	100	335	0.29	22000	8	2
31	100	294	2.04	18000	6	4
32	40	304	4.93	20000	7	3
33	100	298	2.01	19000	7	3
34	93	384	1.04	23000	7	3
35	100	288	5.20	18000	8	2
36	100	396	2.02	20000	7	3
37	100	285	3.15	18000	7	3
38	100	288	3.47	18000	8	2
39	58	246	0.81	18000	7	3
40	59	273	4.02	17000	7	3
41	56	396	0.75	20000	7	3
42	100	323	2.78	18000	4	6
43	99	283	0.00	20000	5	5
44	100	348	0.00	20000	6	4
45	89	400	2.50	18000	5	5
46	100	465	1.29	20000	7	3
47	60	275	3.27	20000	6	4
48	91	319	0.94	20000	7	3
49	100	412	0.72	18000	5	5
50	100	377	0.53	18000	5	5
51	55	601	2.16	20000	7	3

Sistema SAS 2

Obs	PPREMO	NABMUERT	PVARROA	NABEJAS	NPPUPA	NMPOLEN
52	92	335	2.38	19000	7	3

Sistema SAS

Procedimiento CORR

2 Variables: PPREMO PVARROA

Estadísticos simples

Variable	N	Media	Dev std	Mediana	Mínimo
Máximo					
PPREMO	52	85.38462	21.76898	97.50000	20.00000
100.00000					
PVARROA	52	1.98385	1.57049	1.82000	0
6.66000					

Coefficientes de correlación Pearson, N = 52

Prob > |r| suponiendo H0: Rho=0

	PPREMO	PVARROA
PPREMO	1.00000	-0.33953 *
PVARROA	-0.33953	1.00000

Coefficientes de correlación Spearman, N = 52

Prob > |r| suponiendo H0: Rho=0

	PPREMO	PVARROA
PPREMO	1.00000	-0.39755 **
PVARROA	-0.39755	1.00000

Anexo 4: Fotografía de Alimentación de colmenas. La Molina-Lima, 2016.



Fuente: A. Paco

Anexo 5: Fotografía de Muestra de abeja adulta rotulado con el número de colmena evaluada.



Fuente: A. Paco

Anexo 6: Fotografía del área del panal con pupas no removidas. La Molina-Lima, 2016



Fuente: A. Paco

Anexo 7: Fotografía de una colmena con 100% de remoción de pupas. La Molina-Lima, 2016.



Fuente: A. Paco

Anexo 8: Constancia de investigación para fines de tesis realizada en la Universidad Nacional Agraria La Molina. La Molina-Lima, 2018.



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA (UNALM)
FACULTAD DE AGRONOMÍA - DEPARTAMENTO DE ENTOMOLOGÍA
PROYECTO DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN SOCIAL APÍCOLA LA MOLINA (PIPSA – La Molina)
Teléfono: 6147800, Anexos: 328 - 330; Av. La Molina s/n, La Molina-Lima, Perú

CONSTANCIA

EL JEFE DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN SOCIAL APÍCOLA LA MOLINA (PIPSA – La Molina), de la UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA (UNALM)

HACEN CONSTAR:

Que, la Srta. **AMALIA PACO GÓMEZ**, exalumna de la Facultad de Ciencias Agrarias - Escuela Profesional de Ingeniería Agropecuaria, de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, ha realizado la investigación para fines de tesis titulado: “**EVALUACION DEL COMPORTAMIENTO HIGIENICO DE LA ABEJA MELIFERA, (*Apis mellifera* L.), EN EL APIARIO DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA (UNALM)**”, en las instalaciones del PIPSA – La Molina, en el periodo del 04 de marzo al 12 de mayo del 2016.

Durante este periodo, la Srta. **PACO** mostró gran capacidad personal, así como alto espíritu de participación y calidad en la investigación que realizó bajo la supervisión y orientación del suscrito.

Se expide la presente constancia, a solicitud de la interesada para los fines que estime conveniente.

La Molina - Lima, 12 de setiembre de 2018

Dr. Agustín Martos Tupes
Docente, UNALM
Jefe del PIPSA – La Molina
Cátedra de Apicultura General
amartos@lamolina.edu.pe
Cel: 955220027