



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS

CARRERA ZOOTECNIA

“ÁCIDO FÓRMICO EN EL CONTROL DE VARROA EN ABEJAS”

Trabajo de Titulación

Tipo: Proyecto de Investigación

Presentado para obtener el grado académico de:

INGENIERO ZOOTECNISTA

AUTOR:

DAVID RAÚL LARA ZUMBA

Riobamba – Ecuador

2022



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS

CARRERA ZOOTECNIA

“ÁCIDO FÓRMICO EN EL CONTROL DE VARROA EN ABEJAS”

Trabajo de Titulación

Tipo: Proyecto de Investigación

Presentado para obtener el grado académico de:

INGENIERO ZOOTECNISTA

AUTOR: DAVID RAÚL LARA ZUMBA

DIRECTOR: ING. HERMENEGILDO DÍAZ BERRONES., M.SC.

Riobamba – Ecuador

2022

© 2022, David Raúl Lara Zumba

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho del Autor.

Yo, **DAVID RAÚL LARA ZUMBA**, declaro que el presente Trabajo de Titulación es de mi autoría y los resultados del mismo son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autor asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de titulación; el patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 21 de abril del 2022.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'David Lara Zumba', with a large, stylized flourish at the end.

David Raúl Lara Zumba

060502816-6

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
CARRERA ZOOTECNIA

El Tribunal del Trabajo de Titulación certifica que: El Trabajo de Titulación: Tipo: Proyecto de Investigación “**ÁCIDO FÓRMICO EN EL CONTROL DE VARROA EN ABEJAS**” realizado por el señor: **DAVID RAUL LARA ZUMBA**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Trabajo de Titulación, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

FIRMA

FECHA

Ing. Julio Enrique Usca Méndez, Mgs.

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL



2022-04-21

Ing. Hermenegildo Díaz Berrones., M.sc.

**DIRECTOR DEL TRABAJO
DE TITULACIÓN**



2022-04-21

Ing. Héctor Ramiro Herrera Ocaña

MIEMBRO DE TRIBUNAL



2022-04-21

DEDICATORIA

El presente trabajo está dedicado a toda mi familia y en especial a mi esposa Elizabeth Merino, a mi hija Issabel y a mi madre Leticia, por su apoyo incondicional, sacrificio, por todo su amor y comprensión a lo largo de estos años.

Gracia por haberme dado fuerzas, por ser el motor que promovió que esta meta se cumpla, por sus consejos, gracias por ser el pilar fundamental para que este sueño se cumpla.

David

AGRADECIMIENTO

Al cumplir una de las etapas más anheladas de mi vida académica expreso mis sinceros agradecimientos en primer lugar a Dios, ya que él me ha iluminado el camino de la sabiduría para alcanzar, con esfuerzo y dedicación este título, a la vez también agradecer a la Escuela Superior Politécnica del Chimborazo y en su nombre a la Facultad de Ciencias Pecuarias y Escuela de Ingeniería zootécnica por abrirme sus puertas para estudiar en tan prestigiosa institución.

Al director de este trabajo de titulación Ing. Hermenegildo Díaz B., M.sc. quien me guio, apoyó brindándome orientación y asesoría, conduciéndome de esta manera hasta el logro de mí meta con sus conocimientos, a mi asesor Ing. Héctor Herrera por su apoyo desinteresado.

David

TABLA DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	íxx
ÍNDICE DE FIGURAS.....	x
RESUMEN.....	¡Error! Marcador no definido.i
ABSTRACT	¡Error! Marcador no definido.i
INTRODUCCIÓN	1

CAPITULO I

1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL.....	3
1.1. Antecedentes.....	3
1.2. Ácido Fórmico.....	5
1.3. Varroa.....	5
<i>1.3.1. Etiología y Morfología de Varroa destructor.....</i>	<i>6</i>
<i>1.3.1. Ciclo biológico de la Varroa</i>	<i>7</i>
<i>1.3.1.1. Fase reproductiva de la varroa</i>	<i>7</i>
1.4. Abejas	11
<i>1.4.1. Características de las Abejas</i>	<i>11</i>
<i>1.4.2. Clasificación de las Abejas</i>	<i>12</i>
<i>1.4.2.1. Abeja Reina.....</i>	<i>12</i>
<i>1.4.2.2. Abejas Obreras</i>	<i>13</i>
<i>1.4.2.3. Zánganos</i>	<i>15</i>
1.5. Diagnóstico de la Varroasis.....	16
<i>1.5.1. Diagnostico en Crías.....</i>	<i>17</i>
<i>1.5.2. Diagnóstico de las abejas adultas.....</i>	<i>17</i>
<i>1.5.3. Diagnóstico de Piso.....</i>	<i>18</i>

1.6.	Propagación de la Varroasis	18
1.7.	Acciones negativas producidas por la Varroasis	19
<i>1.7.1.</i>	<i>Acciones directas</i>	<i>19</i>
<i>1.7.2.</i>	<i>Acciones Indirectas.....</i>	<i>20</i>
<i>1.7.3.</i>	<i>Porcentajes de infestación de varroa</i>	<i>20</i>
1.8.	Tratamiento de la Varroa	21
1.8.1.	Tratamiento de la Varroasis con Ácido Fórmico	22
<i>1.8.1.1.</i>	<i>Dosis y Procedimiento para la aplicación</i>	<i>23</i>
<i>1.8.1.2.</i>	<i>Recomendaciones al preparar y utilizar el ácido fórmico</i>	<i>23</i>
CAPITULO II		
2.	METODOLOGÍA.....	24
2.1.	Procedimiento para la Recuperación de la Información	24
<i>2.1.1.</i>	<i>Búsqueda bibliográfica.....</i>	<i>24</i>
2.2.	Criterios de Selección	24
2.3.	Métodos para sistematizar la información	25
CAPITULO III		
3.	RESULTADOS Y ANÁLISIS	26
3.1.	Diagnóstico de la varroa en abejas melíferas	26
<i>3.1.1.</i>	<i>Porcentaje de infestación de la varroa en abejas adultas.</i>	<i>26</i>
<i>3.1.2.</i>	<i>Porcentaje de infestación de varroa en cría operculada</i>	<i>27</i>
<i>3.1.3.</i>	<i>Número de varroas caídas/dm²/día pre-tratamiento</i>	<i>27</i>
3.2.	Formas de aplicación del ácido fórmico en las colmenas.....	28
<i>3.2.1.</i>	<i>Porcentaje de Infestación de varroas pre y pos-aplicación tratamiento con ácido fórmico.</i>	<i>28</i>
<i>3.2.2.</i>	<i>Porcentaje de reducción de la varroa.....</i>	<i>29</i>
<i>3.2.3.</i>	<i>Eficacia del ácido fórmico en el control de la varroa en abejas melíferas.....</i>	<i>29</i>
3.3.	Eficiencia del ácido fórmico frente a otros compuestos naturales en el control de varroa.....	31
<i>3.3.1.</i>	<i>Infestación inicial y final de la varroa.....</i>	<i>31</i>
<i>3.3.2.</i>	<i>Eficacia de los diferentes tratamientos orgánicos contra la varroa.....</i>	<i>32</i>

3.3.3. <i>Análisis de costos</i>	33
CONCLUSIONES.....	34
RECOMENDACIONES.....	35
BIBLIOGRAFÍA	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-1:	Relación entre el nivel de infestación y disminución de la producción.....	21
Tabla 2-3:	Incidencia de varroa en colmenas de abejas melíferas.	26
Tabla 3-3:	Formas de aplicación, porcentaje de Infestación de varroas pre y pos-aplicación al tratamiento de ácido fórmico en abejas melíferas.	28
Tabla 4-3:	Eficacia del ácido fórmico en el control de la varroa en las abejas melíferas.	30
Tabla 5-3.	Eficiencia del ácido fórmico frente a otros compuestos orgánicos en el control de lavarroa en abejas melíferas.	31

ÍNDICE DE FIGURAS

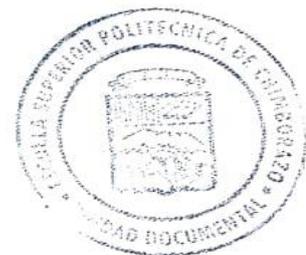
Figura 1-1: Familia de ácaros cumpliendo su ciclo reproductivo en celda de obrera.....	8
Figura 2-1: Zona de acumulación fecal en la cual se cumple el apareamiento entre hermanos Varroa.....	9
Figura 3-1: Ciclo biológico de la varroa dentro de la colmena.....	10
Figura 4-1: Características físicas de la abeja reina.....	13
Figura 5-1: Características físicas de la abeja obrera.....	15
Figura 6-1: Características físicas del zángano.....	16

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tuvo el objetivo de recopilar y analizar información de diferentes plataformas digitales sobre el uso del ácido fórmico en el control de la varroa en abejas, siendo la base metodológica la consulta y análisis de la información recopilada de diferentes repositorios universitarios y revistas de interés científico (SciELO, Redalyc, Academia, y Ergormix), donde se encontró que las variables de estudios comúnmente usadas son: infestación de varroa en abejas adultas (%), infestación de varroa en cría operculada (%), número de varroas caídas por dm² al día, reducción de varroa (%), eficacia de tratamiento (%) y costo de tratamientos (\$), en cada variable de estudio se analizó y promedió los resultados provenientes de diferentes investigaciones, la información obtenida provino de fuentes actuales, la cual se expresó mediante tablas resumidas en los programas Microsoft Word y Excel. La infestación en abejas adultas presentó un promedio de 9,97 % y 10,99 % en cría operculada, cifra que según la literatura se pueden denominar como % de infestación media; número de varroas caídas por dm² al día un promedio de 4,20; reducción de varroa 7,37 %; eficacia del tratamiento al utilizar ácido fórmico presentó 78,67 %, pudiendo llegar hasta 95,10 %, siendo el mejor tratamiento en eficacia y costo al comparar con otros productos orgánicos como el ácido oxálico, timol y aceite esencial de ruda, presentando un costo/colmena tratada de \$ 8,20, concluyendo que el ácido fórmico es una opción eficaz en el control del parásito varroa, mostrando superioridad al ser comparada con otros productos orgánicos por lo que se recomienda el uso del ácido fórmico para el control de este parásito, respaldando su uso con los datos presentados en este documento sobre su alta eficacia y bajo costo.

Palabras claves: <ZOOTÉCNIA>, <APICULTURA>, <ABEJA (*Apis Mellifera*)>, <VARROASIS>, <INFESTACIÓN DE VARROA>, <EFICACIA ÁCIDO FÓRMICO>.


D.B.R.A.I.
Ing. Cristhjan Castillo

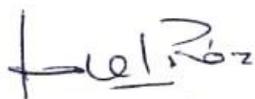


1043-DBRA-UTP-202

ABSTRACT

The present research had the objective of compiling and analyzing information from different digital platforms on the use of formic acid in the control of varroa in bees, being the methodological basis the consultation and analysis of information collected from different university repositories and journals of scientific interest (Scielo, Redalyc, Academia, and Ergormix), where it was found that the study variables commonly used are: varroa infestation in adult bees (%), varroa infestation in operculated brood (%), number of varroa fallen per dm² per day, varroa reduction (%), treatment efficacy (%) and cost of treatments (\$), in each study variable the results from different researches were analyzed and averaged, the information obtained came from current sources, which was expressed by means of tables summarized in Microsoft Word and Excel programs. The infestation in adult bees presented an average of 9.97 % and 10.99 % in operculated brood, figure that according to literature can be denominated as % of average infestation; number of varroas fallen per dm² per day an average of 4.20; reduction of varroa 7.37 %; The efficacy of the treatment using formic acid presented 78.67%, resulting on the best treatment in efficacy and cost when compared to other organic products such as oxalic acid, thymol and essential oil of rue. It also presented a cost of \$ 8.20 per hive treated. It was concluded that formic acid is an effective option in the control of the varroa parasite, showing superiority when compared with other organic products, so the use of formic acid is recommended for the control of this parasite Data on its high efficacy and low cost is supported by the information on this document.

Keywords: <ZOOTECNICS>, <APICULTURE>, <BEE (Apis Mellifera)>, <VARROASIS>, <VARROA INFESTATION>, <FORMIC ACID EFFICACY>


Dra. Gloria Isabel Escudero
0607698904

1043-DBRA-UTP-202

INTRODUCCIÓN

Se ha conocido que las abejas son una especie capaces de brindar diversos productos como beneficios para los seres humanos y el planeta, siendo así las principales polinizadoras de las plantas mono cultivadas y silvestres; de tal manera dichas poblaciones son esenciales para una correcta productividad agrícola a nivel mundial, por lo que es necesario realizar algunas prácticas que eviten alteraciones en sus poblaciones, con ello evitar varias pérdidas económicas en las explotaciones y daños irreversibles al medioambiente (Suárez, 2018, p. 233).

Es por ello que la apicultura ha sido considerada como una actividad agropecuaria muy importante la misma que brinda algunos aportes al ámbito económico y a su vez ecológico; tomando en cuenta que gracias a la apicultura las abejas podrían ser apostadas en la actualidad como proyectos viables, sin embargo existen varios factores negativos para las mismas, dentro de los cuales tenemos el uso de pesticidas en los cultivos, pérdida y deterioro de su hábitat, cambios climáticos y la presencia de patógenos o parásitos (Pomagualli, 2017, p. 3).

Por consiguiente, entre los diversos parásitos la debida presencia del acaro Varroa en abejas melíferas sería un factor altamente destructor probablemente como un enemigo primordial en las colmenas, formando una problemática fundamental en la apicultura, ya que se encuentran dispersados por todo el planeta. Esta varroasis posee una capacidad máxima de reducción acelerada y peligrosa de la población de abejas y con ello una disminución en la producción, induciendo su respectivo deterioro o eliminación en un plazo corto a medio dependiendo del porcentaje de infestación (Jordán, 2015, p.10).

Se ha propuesto muchos métodos de control de la varroasis, (Boga, 2016, p. 38) teniendo métodos físico, químicos y orgánicos con la aplicación de ácidos, aceites esenciales y extractos naturales de plantas. En cuanto a los ácidos orgánicos resaltando el fórmico, láctico y oxálico. El ácido fórmico es un compuesto químico orgánico presente en la miel, es por ello que tiene una importante ventaja ya que no es un producto ajeno a los componentes de la miel y es el único producto que actúa sobre los ácaros que se encuentran dentro de las celdas de cría (Segredo, 2018 p. 34), por todo lo mencionado previamente el siguiente trabajo de investigación nos ha permitido hacer un análisis del uso del ácido fórmico en cuanto al control de varroa en abejas.

El objetivo del presente trabajo de investigación es analizar y comparar la información de diferentes investigaciones concurrentes en las diferentes plataformas científicas digitales sobre el uso y la eficiencia del ácido fórmico en el control de la Varroa en abejas. Del mismo se han derivado los siguientes objetivos específicos: Investigar sobre la infestación de la varroa como

parásito destructor en colmenas de abejas melíferas; Conocer las principales formas de aplicación del ácido fórmico en las colmenas; Detallar la eficiencia del ácido fórmico frente a otros compuestos orgánicos en el control de varroa.

CAPITULO I

1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

1.1. Antecedentes

La apicultura se lo realiza en todo el mundo, sin embargo, estos sistemas de producción conllevan deficiencias en el control de parásitos como la varroas, dicha problemática ha mantenido su base previa en diversas investigaciones realizadas en varias Instituciones a nivel mundial y nacional entre los cuales se encuentran:

(Calderón, 2013, p. 175) realizó su investigación donde menciona la efectividad que tiene el ácido fórmico así como el timol con respecto al control del ácaro Varroa como un destructor en las colmenas de abejas, en donde se pudo concluir que este tipo de ácido fórmico en conjunto con el timol podría mostrar una efectividad elevada en el combate del ácaro V; se ha caracterizado por ser un destructor de las colmenas de abejas siempre que se encuentren bajo condiciones tropicales de tal manera que ambos productos pudiesen considerarse como una alternativa eficiente en su manejo integrado de varroa, mediante el cual en este estudio se pudo apreciar una alta mortalidad de los diferentes estadios del ácaro al aplicar este tipo de ácido.

Asimismo (García, 2008, p. 78) manifestó en el desarrollo un estudio predeterminado en relación a la evaluación del efecto acaricida del ácido fórmico que se encuentran en las celdas con cría sellada o infestadas con el ácaro Varroa en las abejas *Apis mellifera* en este se pudo concluir que este tipo de ácido tendría un efecto acaricida sobre todos los ácaros adultos de dicha especie en el cual se han encontrado dentro de la cría sellada con una mortalidad superior de los ácaros que tienen una dosis de 15 ml a comparación de los 10 ml; al final este grupo testigo se consiguió un 1,03 % de ácaros muertos, lo que indica que existe un porcentaje de éstos que mueren en forma natural dentro de la cría sellada. Además, la aplicación del ácido fórmico en las colmenas infestadas produjo un aumento en la cantidad de ácaros que cayeron en las trampas respecto a los días en que no se aplicó. De esta manera al momento de introducir este ácido fórmico en colmenas infestadas con el ácaro de la Varroa, provocó un aumento en la caída de estos, siendo el tratamiento con 15 ml 38% más efectivo que el de 10 ml.

A su vez (González, 2015, p. 35) mencionaron en su estudio realizado la comparación significativa de la eficacia que tiene el ácido fórmico y del fluvalinato dado a que son varios métodos que controlan la Varroa conocida como un destructor en las colmenas de *Apis mellifera* encontradas

en el centro sur de Chile; en este punto también manifestaban la eficacia muy calculada en época de primavera para el grupo tratado por lo que su mayor sería encontrada en un grupo control con un 47,15% generalmente se obtuvieron resultados (%E= 88,26% ± 9,13 y %C=78,21% ± 5,94), superan los reportados por otros autores que utilizaron este producto a igual concentración.

De acuerdo a la investigación desarrollada por (Segredo, 2018 , p. 11) se conoció que este tipo de ácido fórmico se ha insertado según un dispositivo para la liberación lenta hasta que mostró un mismo control efectivo de este tipo de Varroa por lo que se ha conocido como un aumento de costo trasladado desde los apiarios desde las 100 colmenas considerando el costo de aplicación y el combustible (considerando un consumo promedio de 15 Km/litro y un costo de U\$S 1.1/Lts) y dadas las máximas distancias posibles de recorrer en el territorio nacional, sería económicamente favorable el tratamiento con ácido fórmico; cada apicultor debería evaluar la conveniencia específica de este método considerando su costo de traslado y el número de colmenas que posea. A continuación, se manifestó que esta aplicación de tratamientos utilizó que el ácido fórmico posee un 85% como un mejor tratamiento para el control de este tipo de Varroa.

(Calderón, 2013, p. 13) en su investigación sobre la efectividad del ácido fórmico y el timol en el control del ácaro Varroa destructor en colmenas de abejas, pudo concluir que, al utilizar ácido fórmico y el timol, se puede observar altos porcentajes de efectividad en el control de parásito Varroa en colmenas de abejas, por lo que el presente estudio considera una alternativa confiable y efectiva el control de varroa con estos productos. Además, se determinó una alta eficiencia en la mortalidad de los diferentes estadios del ácaro en la cría sellada de obrera luego de aplicar ácido fórmico, al ser el ácaro madre y el macho, los estadios con mayor mortalidad.

(García, 2008, p. 73) en su estudio sobre evaluación del efecto acaricida del ácido fórmico en celdas con cría sellada e infestadas con el ácaro varroa en abejas *Apis Mellifera*, se pudo concluir que el ácido fórmico tiene un efecto acaricida sobre los ácaros adultos de Varroa presentes en la cría sellada, encontrándose una mayor mortalidad de ácaros con la dosis de 15 ml (48,16 %), comparado con 10 ml (10,27 %). A su vez, en el grupo testigo se obtuvo un 1,03 % de ácaros muertos, lo que indica que existe un porcentaje de éstos que mueren en forma natural dentro de la cría sellada. Además, la aplicación del ácido fórmico en las colmenas infestadas produjo un aumento en la cantidad de ácaros que cayeron en las trampas respecto a los días en que no se aplicó (caída diaria en forma natural y grupo testigo).

Adicionalmente se ha elaborado una investigación por parte de (Ramírez et al., 2014, p. 60) en donde se valoró si el empleo de este tipo de ácido resultaría factible en cuanto al combate del acaro Varroa, el cual estuvo constituido por 16 colmenas africanas localizadas en Atenas;

posteriormente se procedió a dividir el apiario en 3 grupos de 8, 5 y 3 colmenas donde al final de sus tratamientos se aplicó 4 tiras de flumetrina para que este ayude a erradicar los ácaros remanentes logrando establecer su efectividad. En conclusión, se determinó una alta efectividad del ácido fórmico, puesto a que este tipo de productos pueden ser considerados como una alternativa en el manejo integrado de varroa en colmenas de abejas africanizadas.

1.2. Ácido Fórmico

Para (Chávez, 2015, p. 35) el ácido fórmico o también conocido como ácido metanoico es referido a un tipo de ácido orgánico mucho más básico, el mismo que se encuentra conformado por un mismo átomo de carbono y también representado mediante una fórmula química; es conocido que en un inicio fue aislado en el año 1671 por Ray John quien era un naturalista reconocido, fue mencionado que se trataba de un producto obtenido de la destilación permanente de un conjunto molido de Fórmica rufa de donde proviene su respectivo nombre. Este tipo de ácido suele ser utilizado como un aditivo preservante de las materias primas cuya capacidad de ingesta lo mantienen los animales; a su vez poseen una propiedad potente de bactericida por lo que algunas veces se emplea a nivel de industrias con respecto a las mezclas de pienso animal logrando privar a las bacterias patógenas.

De forma contraria un ácido fórmico en el área de la apicultura se conoce como una sustancia permanente capaz de actuar en contra de los ácaros que están dispuestas a perturbar a las abejas adultas, además es conocido que tienen la capacidad de eliminar las ninfas en las celdas de cría operculadas; posteriormente fue demostrada la actividad diversa versus los ácaros adultos machos y las hembras en cada opérculo de cría resaltando el peligro constante a la reproducción siendo conscientes que su polinización y copula se da únicamente en el interior de las celdas (UAEM, 2013, p. 9).

1.3. Varroa

Ha sido conocido como una de las enfermedades más potentes en relación a las abejas en todo el mundo debido a que esta afecta directamente a las abejas adultas y por ende a sus crías (Ibarra, 2019, p. 20), logrando obtener una mortalidad elevada dentro de sus colonias si no se brinda un tratamiento a tiempo (SAG, 2018, p. 40), el debilitamiento de las colmenas y la mortalidad de la población de abejas producida por el ectoparásito puede disminuir la producción de miel entre 20 a 80% (Vallejos, 2018, p. 8), sin embargo ciertas poblaciones de abejas logran convivir con el ácaro varroa, pues sus mecanismos de defensa les permiten mantener tasas de infestación en rangos

permisibles (Masaquiza et al., 2019, p. 3), en caso contrario suele incrementarse de forma gradual si se incrementa la actividad reproductora, así como el desarrollo de esta población de abejas, los ácaros se alimentan de la hemolinfa procedente de las larvas o de las abejas adultas, de este modo el peso de la abeja al eclosionar es menor (entre un 7% en obreras y un 11-19% en zánganos) lo que reduce significativamente su vida útil (Jordán, 2015, p. 12).

La enfermedad causada por este parásito se ha conocido como varroasis patología originada por la infesta de ácaros parásitos o mejor denominado como varroa destructor en el cual se conoce que perturba a estos animales en cada uno de los estadios de desarrollo, aunque específicamente a final de la temporada es donde se conocerán por primera vez cuales son los signos clínicos tras la infestación (SAG, 2018, p. 40).

(Guzmán, 2011, p. 2), la varroasis es un ectoparásito de las abejas melíferas *A. Mellifera*, causada por el ácaro *Varroa destructor*, parásito que puede incrementar su población hasta 100 veces en un año, por lo antes mencionados se puede decir que se puede encontrar apiarios terminados al cabo de 2 a 4 años en colmenas que inicio la infestación y no se dio control. Lo anterior se debe a que las abejas parasitadas viven aproximadamente la mitad del tiempo que las abejas sanas, existiendo una alta infestación en las abejas de una colmena y no se utiliza un mecanismo de control, el colapso de la colonia es inevitable (Frijoli & Poffer, 2013, p. 2)

1.3.1. Etiología y Morfología de Varroa destructor

No cabe ninguna duda, en este siglo la salud depende en varios aspectos de la cantidad de varroa destructor que podría existir o a su vez que este le podría permitir ubicarse en dichas colmenas. Asimismo, se conoce que la causante principal trata de la penetración directa en la piel de todas las placas abdominales que poseen las abejas adultas para succionar la hemolinfa; sigue con el mantenimiento de una fase forética lo que afecta a dichos animales hasta una fase de reproducción mediante las larvas o pupas de las abejas (Segredo, 2018, p. 15).

Asimismo, se ha caracterizado por su baja virulencia desde el inicio debido a que se tarda en affligir a la colmena, sin embargo, por acción indirecta puede acentuar otros procesos provocando la muerte del apiario completo (SAG, 2018. p. 40).

En el caso de la morfología que mantiene la varroa se ha mencionado que las hembras asumen el cuerpo con forma ovalada de color café rojizo, así como un poco más ancho que largo, en la parte dorsal se ha presentado como un escudo quitinoso la misma que cubre gran parte del cuerpo con algunas sedas. La medida que mantienen generalmente podría ir desde 0,87 hasta 1,27 mm de largo y 1,13 a 1,93 mm en su anchura; los machos se caracterizan por seguir el cuerpo más

pequeño a comparación al de las hembras con un color blanquecino y podría medir alrededor de 0,75 a 0,86 mm de largo y por ende un 0.64 a 0,87 mm de su ancho, dorsalmente está cubierto por un escudo que cubre la mayor parte de su cuerpo y numerosas sedas (Guerra, 2015. p. 30)

1.3.1. Ciclo biológico de la Varroa

El parásito varroa ataca a las abejas melíferas adulta como a sus crías en las celdillas , las hembras Varroa tienen la capacidad de sobrevivir fuera de las celdas localizándose debajo de las alas de la abeja adultas en forma de ectoparásito (Fúquene, 2019, p. 25), la varroasis como se manifestó anteriormente es un parásito que requiere de una cría en combinación con la abeja adulta para que tengan un desarrollo adecuado; es por ello que este tipo de ácaros penden de una abeja adulta para que sirva de transporte, aunque en el mismo momento puede alimentarse de su hemolinfa en lo que es la fase forética previo a la infesta de la celda con su respectiva cría hasta iniciar su reproducción (Beltrán & Romero, 2017, p. 7).

1.3.1.1. Fase reproductiva de la varroa

La varroa infestan la cría de las obreras y de zánganos cuando las larvas pesan 100 mg (Vargas, 2003, p. 20). Las hembras de los ácaros inician la fase reproductiva cuando se desplazan a la celda de cría, ya sea de obrera o de zángano que merodean dentro la colmena, llamadas también como su abeja nodriza, la varroa hembra abandonan a su abeja hospedadora a poca distancia de la celda próximamente a invadir, normalmente ocurre en 20 o 40 horas antes de que se selle la celda (AGROBIT, 2010, p. 27), los ácaros a poca distancia de la celda perciben señales químicas liberadas por la larva de la abeja que le resultan atractivos (Salamanca et al., 2012, p. 2), las señales químicas receptadas por el acaro son producto de la presencia del ácido palmítico, algunos hidrocarburos cuticulares de longitud de cadena intermedia y los esteroides de ácidos grasos ya mencionados (Fúquene, 2019, p. 27)

(Nazzi & Moritz, 2016) citados por (Fúquene, 2019, p. 28), menciona que se ha demostrado en condiciones de laboratorio y de campo la varroa tiene una evidente preferencia para invadir celdas con crías de zánganos; se ha encontrado aproximadamente una infestación más alta en esta celdilla de ocho veces más respecto a las crías de las obreras, este fenómeno puede deberse posiblemente a la suma varios factores, uno de ellos la presencia de mayores cantidades de feromonas atractivos por parte de las larvas, además el mayor tamaño respecto a las obreras, compuestos atractivos en los alimentos larvarios, mayor duración del período de invasión y disminución en el número de visitas realizadas por abejas nodrizas en comparación con la cría de las obreras podrían ser otros factores atractivos.

Una vez que la hembra este fértil comienza con el ciclo biológico cuando entra en la celda, al encontrarse dentro de esta se aloja en el alimento de la larva por lo que se mantiene inactivo hasta

que este lo consuma totalmente, después constan de un comportamiento capaz de adaptarse del acaro para impedir el descubrimiento o la eliminación de estas abejas limpiadoras; de cierta manera la hembra da su primer huevo al momento (Beltrán & Romero, 2017, p. 7), de suceder esto podría durar más o menos unas 60 a 70 h, desde su ingreso a la celda ya que este sistema tiene una intrepidez en lo que será a futuro el sexo del haplodiploide, seguidamente se desenvuelve un macho haploide mientras que los huevos femeninos subsecuentes son fertilizados y depositados en intervalos de 30 h hasta que el ácaro pone hasta siete huevos en intervalos de 1 a 2 días como se puede observar en la figura 1-1, las mismas que surgen en ninfas de dos o tres hasta la fase madura en la cual comienzan a reproducirse (SAG, 2018, p. 5).



Figura 1-1: Familia de ácaros cumpliendo su ciclo reproductivo en celda de obrera.

Fuente: Rueda, 2019

(Calderón et al., 2009) citado por (Fúquene, 2019, p. 29). Los ácaros en toda su vida pasan por diferentes estadios: larva, protoninfa ambulatoria, protoninfa inmóvil, deutoninfa ambulatoria, deutoninfa inmóvil y adulto, en las cual la fase de ninfa ambulatoria se alimenta continuamente, siendo esta una fase de alimentación y crecimiento, mientras tanto que en los estadios inmóviles se mantienen inactivos, siendo así, el ácaro progenitor es el responsable de mantener abierto el sitio de alimentación de hemolinfa en la abeja juvenil permitiendo la alimentación y supervivencia de sus crías.

Los ácaros machos no tienen la capacidad de sobrevivir fuera de la celda de cría, sin embargo llegan a su madures desde el desarrollo de huevo a adulto en un tiempo aproximado de 6,5 – 6,9 días y las hembras de 5,5 – 6,2 días (Fúquene, 2019, p. 29), al contrario del macho la hembra si sale

de la celda de cría, sin embargo la fecundación ocurre dentro de la celda, este proceso de apareamiento entre varroas se lleva a cabo entre hermanos en el sitio de acumulación fecal de la celda como se puede ver en la figura 1-2, el proceso de apareamiento es incitado por la presencia de ácidos (oleico, palmítico y esteárico) y ésteres etílicos, los cuales, desencadenan intentos de apareamiento por parte del macho (Martínez et al., 2011, p. 13). El apareamiento debe darse antes de que la cría de abeja salga de la celdilla o eclosiones, ya que la falta de una fuente de alimento sería la causa de muerte de la varroa que no se hayan apareado (Vargas, 2003, p. 13).



Figura 2-1: Zona de acumulación fecal en la cual se cumple el apareamiento entre hermanos Varroa.

Fuente: Fúquene, 2019

1.3.1.2. Fase forética de la varroa

Estos ácaros Varroa suelen volverse sexualmente maduros inmediatamente tras la última muda; la hembra adulta es de forma ovalada, mide 1,1 mm de largo por 1,6 mm de ancho, su color va de marrón claro a marrón oscuro y posee cuatro pares de patas; en el macho adulto contrariamente medirían 0,7 mm de largo y ancho asimismo con su forma esférica, color gris- amarillento y cuatro pares de patas. Al contrario de la hembra, el macho adulto jamás surgirían en la celda por lo que cumple su ciclo de desarrollo en el interior de la misma, dado ese caso los machos consiguen su madurez antes que las hembras esperando a la primera hembra que muda a la edad adulta unas 20 h después; como la reproducción sólo puede ocurrir dentro de la celda de cría los machos comienzan a reproducirse tan pronto como llega la hembra; el macho se aparea con la hembra hasta que la siguiente hembra madura (SAG, 2018, p. 6).

En el momento que la abeja eclosiona y salga de la cascara por efecto de su metamorfosis de pupa a adulta y posteriormente abandone la celdilla, el ácaro progenitor hembra y las hijas ya se encuentran adheridas a la abeja, empezando un nuevo ciclo como se muestra en la figura 3-1, estos eventos da lugar a que solo las hembras varroa adultas puedan sobrevivir y posteriormente emerge con la abeja, por lo cual, las deutoninfas, protoninfas, huevos y machos que quedan dentro de la celda mueren, y posteriormente eliminados por la acción de limpieza de las abejas obreras encargadas de esa labor. (Vargas, 2003, p. 13).

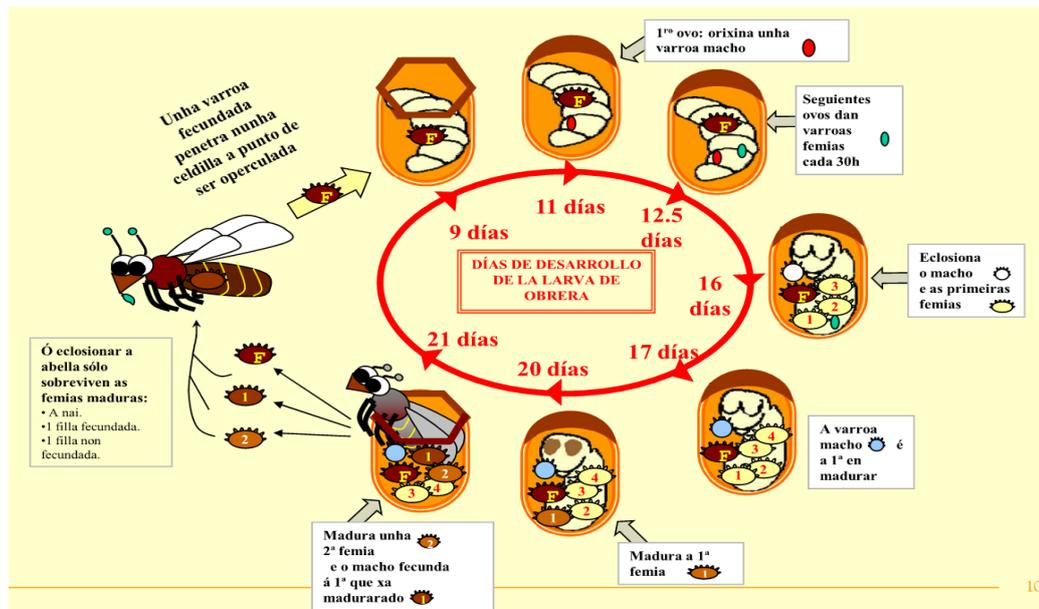


Figura 3-1: Ciclo biológico de la varroa dentro de la colmena.

Fuente: Flores, 2017.

Al momento de emerger de la celda la abeja adulta lleva adherida debajo sus alas a las varroas, sin embargo, en ese momento el ácaro madre y las hijas dejan la abeja con la que salieron y pasan a una abeja nodriza. En esta fase inicial fuera de la celdilla, las hembras de los ácaros aprovechan los cambios en los hidrocarburos estructurales cuticulares de las abejas melíferas para escoger a las abejas más jóvenes como sus futuras hospedadoras y no infestar a las recolectoras que son ya viejas (MAPAMA, 2017, p. 8).

Según (Andrades 2019, p. 22 el ciclo biológico que debería pasar la varroasis puede dividirse en dos fases: al inicio el parasito embiste a las abejas adultas, asimismo este parasito es capaz de alimentarse de todos los cuerpos grasos que tienen las abejas logrando que su etapa de vida sea mucho menor hasta consumir toda la energía; a continuación de que este parasito culmine su alimentación de las abejas adultas van a concentrar dicho ataque a lo que serían las celdillas en el cual se encuentran las crías de obreras a zánganos.

De tal manera que la segunda fase inicia en lo que son las celdillas donde este parasito se puede alimentar de las crías hasta que dichas celdillas estarán selladas por estos animales, todo sigue 60 horas después que sea cerrada la respectiva celdilla de la varroa en el que se deposita su primer huevo varón y 30 horas después comienza la postura de huevos femeninos; todos estos son depositados en las celdillas donde nacerán los nuevos individuos de varroa (Andrades, 2019, p. 2).

1.4. Abejas

La abeja melífera es mucho más antigua que el hombre y en la actualidad puede encontrarse en todos aquellos lugares donde las condiciones climáticas hayan hecho posible su existencia ya que su adaptabilidad es sorprendente (Stevenson, 2017, p. 3). Desde sus orígenes las abejas han habitado los campos libremente desde hace miles de años, hasta que el hombre se dio cuenta de su gran utilidad y en los últimos siglos se ha buscado los métodos para criar abejas colmenas controladas por el hombre para la obtención de miel, cera, polen, jalea real, etc. En este tipo de producción muy distinta a otras, el hombre se beneficia del duro trabajo de las abejas para tener ingresos económicos (Segredo, 2009, p. 8).

Este tipo de animales han sido conceptualizados como insectos sociales que conservan una organización que no ha podido ser alcanzada por ningún otro tipo de especie, es por ello que se trata generalmente de colonias de abejas a un súper organismo cuya relación entre los componentes podría abrir camino a un único individuo (Stevenson, 2017, p. 3).

En el caso de la abeja *Apis Mellifera* trata de un animal capaz de producir gran cantidad de miel por lo que ha sido reconocida como un insecto con alto valor económico; gracias a su gran capacidad de originar estos productos de mucha utilidad para los individuos, aunque el factor más importante de este tipo de abeja sería la polinización dentro de los cultivos de frutas, de hortalizas y de vegetales forrajeros, a su vez son capaces de actuar en plantas no cultivadas donde impedirán la merma del suelo (Guerra, 2015, p. 8).

1.4.1. Características de las Abejas

Se conoce que las abejas son los animales con una antigüedad mucho mayor a la que posee el hombre, entre estas se encuentran las abejas melífera podrían hallarse en la actualidad en ciertos lugares que tengan condiciones climáticas aceptables siempre y cuando hayan hecho posible la existencia más llevadera por lo que su adaptación suele ser fuera de común; otro aspecto relevante que poseen serían vivir al aire libre dentro de la naturaleza por muchos años atrás, sin embargo, alrededor de los dos últimos siglos los individuos tienen la capacidad de engendrar abejas al interior de sus colmenas para la producción de miel, jalea real, polen, entre otros. En el caso de

su mantenimiento en la Apicultura los hombres en su mayoría obtienen sus beneficios gracias al trabajo de las abejas poseen algunos ingresos económicos (Segredo, 2018, p. 8).

Las abejas muy diferentes de cualquier explotación pecuaria son un grupo de insectos dependientes unas de otras con un alto grado de especialización y organización. Teniendo como denominación al conjunto de abejas que descienden de una misma abeja reina el nombre de colonia. Su estructura social dentro de la colmena se compone de grupos bien definidos y ordenados de abejas con distintas funciones, denominados “castas” (Rubiano, 2016, p. 6).

En una colonia de abejas se puede encontrar tres castas de abejas: abeja reina, abeja obrera y zánganos, a su vez las abejas obreras dividiéndose en grupos según su función dentro la colonia. La abeja reina y las obreras son las hembras de la colonia, estas proceden de huevos fecundados y por lo tanto son individuos diploides ($2n$). En cambio, los machos de la colonia son los zánganos que proceden de huevos sin fecundar, por lo que son haploides (n) (Rubiano, 2016, p. 6).

De la misma manera las abejas son conocidas como insectos sociales dado a su grado elevado de determinación y de distribución, al momento de ubicarse en conjunto estas abejas se dirimen dentro de una misma abeja reina es conocido literalmente como una colmena; en su estructura social se acomoda de grupos de abejas con diversos desempeños de nombre castas. La abeja reina sería la encargada de poner huevos y hacer que la población aumente o disminuya según las necesidades de la colonia, las abejas obrera son aquellas que realizan las funciones de limpieza, recolección y protección de la colonia y los zánganos son los machos cuya función en la colonia es netamente reproductiva (Stevenson, 2017, p. 8).

1.4.2. Clasificación de las Abejas

1.4.2.1. Abeja Reina

La abeja reina es la única hembra fértil de la colonia y es la base sobre la que se sustenta la misma, ya que tiene como funciones la reproducción de la colonia y el mantenimiento de su cohesión. En cada colonia de abejas existe una sola abeja reina que mediante la emisión de feromonas mantiene unida la colmena y evita la formación de nuevas reinas. Estas abejas nacen en celdillas especiales llamadas “realeras”, más alargadas que una celdilla normal de abeja obrera (Rubiano, 2016, p. 6).

Este tipo de abeja reina ha sido reconocida como la única hembra fértil que resalta de la colonia por lo que es la base sobre la que sostiene hacia la misma, en el caso de que tengan varias funciones de la reproducción de la colonia o a su vez del mantenimiento de su cohesión; al interior de una colonia de abejas coexisten en una única abeja reina a través de las mismas dan una emisión de feromonas unidos en la colmena hasta impedir una formación de reinas nuevas. Cada abeja se

desarrolla en algunas celdillas especiales denominadas como realeras que tienen una mayor prolongación de la celdilla básica hacia la abeja obrera (Magaña, 2017, p. 18).

Además son alimentadas desde su eclosión con jalea real, producida por las abejas obreras nodrizas, en su composición permite el desarrollo del aparato reproductor de la reina con un poco tiempo de nacer realiza varios vuelos en los que es fecundada por los zánganos; gracias a su capacidad espermateca la reina puede controlar la fecundación de cada huevo por lo que puede poner huevos fecundados o sin fecundar en función de las necesidades de la colmena, dando lugar a abejas obreras o a zánganos, respectivamente, aunque pueden vivir hasta cinco años generalmente se renuevan de forma natural cada dos o tres años, o artificialmente cada dos (Rubiano, 2016, p. 6).

En relación a la fecundación (Rubiano, 2016, p. 7) expuso que este evento tiene lugar fuera de la colmena en lo que se ha denominado vuelo nupcial, el cual consiste en la salida de la reina de la colmena acompañada de un grupo de zánganos que sale detrás de ella, siendo fecundada por el más fuerte y rápido; seguido de su apareamiento vuelve a su colonia, la evidencia más clara de este proceso es la fecundación de la reina la cual obtiene los órganos genitales del zángano con su espermateca. La abeja reina tiene sus características únicas como de observa en la figura 4-1.



Figura 4-1: Características físicas de la abeja reina.

Fuente: Magaña, 2017.

1.4.2.2. Abejas Obreras

Se han caracterizado por ser muy cuantiosas en la columna vertebral de la colmena debido a que se realizan varias funciones que pende en cierto modo de su edad, puesto a que comienzan con la limpieza de las celdas que encuentran las crías en este mismo tiempo es preciso brindarles calor,

a continuación de algunos días fungirán como nanas; sería decir, que protegerán y alimentaran a las larvas lo que sucederá hasta en familias destacables en su alimentación estribara del papel que tengan en la colmena ya que las futuras reinas son alimentadas solo con jalea real, mientras que las obreras y los zánganos con una mezcla de polen (Guerra, 2015, p. 8).

Además (Mondragón & Martinez, 2020 p. 45) menciona que en aproximadamente nueve días de edad estas abejas obreras serán las encargadas de fabricar las celdas de los panales y su reparación; con el cuerpo comienza a producir laminillas de cera por medio de una glándula localizada en el abdomen.

Su cabeza está provista de fuertes mandíbulas, un par de ojos grandes, que les proporcionan un amplio campo de visibilidad; antenas sensitivas, que son los órganos del tacto y probablemente, sobre todo, una lengua de las más asombrosas que se encuentran en la naturaleza, la cual las capacita para recoger líquidos de densidad variada. La lengua puede actuar como una cuchara para chupar gotas pequeñas o bien como una bomba para extraer rápidamente grandes cantidades de agua. Esta lengua es la puerta de entrada al canal de alimentación o tubo digestivo que conduce a una bolsa dilatada; la miel almacenada en él pueden regurgitarla y depositarla en las celdas del panal, o bien pasarla al verdadero estómago (Guerra, 2015, p. 8).

El tórax tiene dos pares de alas membranosas que pueden conectarse en vuelo o desconectarse para plegarse sobre el cuerpo cuando el insecto entra en las celdas. Poseen tres pares de patas provistas de ganchitos por medio de los cuales se unen unas a otras o se cuelgan de casi cualquier superficie. Las patas disponen de peines y cepillos para quitar de los pelos del cuerpo el polen recogido. Lo más sorprendente de todo son los “corbículos” o depósitos para el polen, situados en sus patas posteriores, en los cuales las abejas cargan el polen y lo llevan a la colmena (Guerra, 2015, p. 8).

En la parte inferior del abdomen se hallan unas bolsas que contienen la cera, de las cuales es segregada la cera en pequeñas escamas, que quitan con las patas y emplean en la construcción del panal. En la extremidad del abdomen se encuentra el aguijón, un instrumento extremadamente fino, duro y penetrante, accionado por un juego de músculos poderosos y conectados con una bolsa que contiene veneno, utilizado como mecanismos de protección el cual es utilizado una única sola vez ya que después de dicha acción la abeja obrera muere por acción de no poder retirar el aguijón causando una salida de órganos genitales (Guerra, 2015, p. 9).

A diferencia de la abeja reina las obreras son mucho más pequeñas, el abdomen de las obreras es mucho más corto que el de una reina, además cabe recalcar a simple vista un color más opaco y con menos brillo como se observa en la figura 5-1.



Figura 5-1: Características físicas de la abeja obrera.

Fuente: Vázquez et al., 2012.

Para la duración máxima que pueden tener de vida este tipo de abejas obreras podrían variar de acuerdo a la estación del año, considerando que fueron incubadas en la primavera o del verano hasta agostarse ágilmente ya que la actividad incesante no suele vivirse en más de seis semanas; mientras que las obreras criadas en otoño lograrían vivir durante todo el invierno en un estado de semiletargo y comienzan a efectuar el trabajo de la colmena en los primeros días de la primavera (Mondragón & Martínez, 2020 p. 46).

1.4.2.3. Zánganos

A diferencia de los otros integrantes de la colonia la vida del zángano es efímera dependiente de las necesidades de la colonia, ellos viven de dos a tres meses, dependiendo de que exista néctar suficiente para su alimentación o reinas vírgenes para su función principal. Si no es así, son expulsados de la colmena a una muerte segura fuera de ella o vilmente exterminados. Este fenómeno se lo conoce con el nombre de “la matanza de zánganos” por inutilidad dentro de la colmena. Ellos no pueden hacer nada para defenderse, salvo huir, porque carecen de aguijón para su defensa (Ortega, 2012, p. 4).

A diferencia de los demás estos zánganos se hace referencia a las abejas machos con una facilidad con un tamaño mucho mayor, en cada cuerpo fuerte o peludo tendrán una magnitud de 15 a 17 mm de sus ojos, al menos pesarían con 220-250 mg pese a que escasean de su aguijón (Figura 6-

1). Sin embargo, mueren al momento del apareamiento ya que parte de su aparato reproductor se desprende en el acto, los zánganos que no lograron aparearse deambulan en busca de reinas sin fecundar (Mondragón & Martínez, 2020 p. 47).



Figura 6-1: Características físicas del zángano.

Fuente: Ortega, 2012.

Por consiguiente, este tipo de abejas serían competentes al volar largas distancias, aunque en algunos momentos se podrían alejar de sus colonias luego de varios kilómetros, a comparación de las reinas estas se pueden reproducir seguidamente en ciertos lugares que no parecerían ser zánganos; en el caso de ser apareados estos fallecen cuando se rompen sus órganos genitales que retienen las reinas. Los zánganos no tienen aguijón y por lo tanto no pueden defenderse contra las obreras, que los expulsan incesantemente de la colmena cuando escasea el alimento almacenado; en algún caso bajo condiciones anormales como la ausencia de una reina se les permite vivir durante el invierno (Guerra, 2015. p. 1).

1.5. Diagnóstico de la Varroasis

El diagnóstico temprano de presencia de varroasis y otros patógenos en los apiarios es necesario e indispensable para mantener la salud de nuestras colmenas, es así que un diagnóstico precoz pero efectivo sobre la presencia de Varroa nos ayudará a prevenir la evolución de ciertos eventos negativos y aparición de patologías producidas por los virus mortales, preocuparse por el bienestar y la salud de las colmenas ayuda directamente en un incremento de su población y además

mantiene un flujo productivo alto de miel, polen, cera y otros productos que a mediano plazo significa un factor económico para el apicultor (Sayadi et al., 2016, p.37).

Las sospechas sobre la infestación de Varroa se anuncia con varios factores uno de ellos es la simple vista del acaro dentro de la colmena lo cual conlleva a una disminución de la población seguido de la disminución de la producción de miel por parte de las abejas, para ello una exploración minuciosa y urgente de la colmena se hace necesario lo que nos permitirá hacer un diagnóstico positivo, además del diagnóstico el apicultor puede ayudarse con la apertura de algunas celdas de cría para observar el contenido que en esta se encuentra (Guzmán et al., 2017) citado por (Fúquene, 2019, p. 55).

Es fundamental mencionar que gracias a los daños que podría ocasionar la Varroa se necesita que el apicultor conserve todas sus colmenas con una mínima cantidad de ácaros para que de este modo afecte únicamente un porcentaje mínimo de toda su producción; tras todo ello se han descubierto una serie de formas que ayudan a desarrollar su detección de manera correcta, las mismas que podrían ser en abejas adultas como en sus crías operculadas. (Ferret, 2014, p. 51). Entre estos tipos de diagnóstico tenemos los más destacados que son:

1.5.1. Diagnóstico en Crías

Con respecto a su modo de distribución que conllevan sobre el panal de cría o a su vez con la finalidad de obtener algunos datos mucho más precisos, sería fundamental desopercular a las mismas entre 50 y 100 celdas explícitas con una forma de cruz por encima de la cara del panal, donde se proseguirá a la observación minuciosa la existencia del parásito tanto para la cría como para las celdas y sus características; como resultado se puede observar a simple vista todos los ácaros adultos y sus formas inmaduras (Ferret, 2014, p. 51).

1.5.2. Diagnóstico de las abejas adultas

El ácaro Varroa destructor se puede observar a simple vista sobre las abejas en la parte abdominal junto a las alas, por lo que se puede realizar un muestreo de abejas en un número de 100, posteriormente se realiza un lavado y se procede al cálculo: % de varroa resulta al relacionar las varroas recolectadas con el total de la muestra (Córdoba & Prieto, 2016, p. 2).

Para este tipo de diagnóstico es muy recomendable saber establecer el grado de infestación preciso que tendrían todas estas abejas adultas, tomando en cuenta que examina su obtención con más o menos unas 200 abejas adultas que se encuentra en la cámara de crías, las mismas que deben ser inmersas dentro de una solución del 2% de un detergente líquido para luego ser agitadas con una fuerza considerable por un lapso de tiempo que va hasta el minuto; a continuación se va a traspasar

todo ello por un sistema de doble malla, en donde la primera tenga un grosor más notorio para que estacione las abejas y en segundo lugar obviamente debe ser más fina para detener los ácaros existentes (Ferret, 2014, p. 51)

En conclusión, una vez aplicado este diagnóstico el grado de la infestación debería ser determinado tras dividir el número de ácaros con cada 100 abejas adultas.

1.5.3. Diagnóstico de Piso

Al usar un piso implantado para recoger los diversos desechos ubicados en la colonia podría considerarse el procedimiento más básico y simple, (Ferret, 2014, p. 51) por lo que podría ser el mejor indicado para emplearse en cualquier etapa del año aunque ha sido destacable los resultados obtenidos en temporada de otoño; de tal manera que este piso estará compuesto de una parte inferior con cartulina color blanco donde se estancan los desechos y la otra parte superior con una rejilla lo que va a impedir que las abejas muevan dichos desechos hasta inclusive los mismos ácaros.

La variedad de estos desechos sería posible mirar en directo o por separados a través de la aplicación de un método de flotación, en tal punto que dichos desechos serán ocultos con etanol de un 98% por lo que en base a las diferencias que tiene su consistencia, estos tiendan a hundirse y los ácaros por lo contrario floten (Ferret, 2014, p. 52).

1.6. PROPAGACIÓN DE LA VARROASIS

Tras la infestación de este parásito se conoce que presentaría una propagación mediante el contacto inmediato desde una abeja adulta hacia otra de acuerdo al movimiento de estos animales infestados, al igual que sus crías infestadas; en todo caso este acaro acaparara su actuación como el vector del virus de la abeja melífera (Carranza, 2017, p 3). Por consiguiente, la diseminación de un parásito sucedería de acuerdo a las formas siguientes:

- a) Dentro de un mismo apiario que va mediante los zánganos dado a que tienen el acceso libre a la colmena, también las abejas que podrían ingresar erradamente al interior de otra colonia con su cría parasitada; así también serían gracias al manejo inadecuado de las colmenas o del cambio de bastidores con una cría ya parasitada.
- b) Desde un apiario hacia otro a través de los zánganos que son derivados de otras colmenas infestadas, así como por otras abejas anteriormente extraviadas, además por la introducción

de reinas no certificadas o por sus enjambres silvestres, inclusivamente hasta por la movilización de apiarios contaminados a zonas que no se encuentran contaminadas.

- c) Finalmente podría ser por regiones gracias a su movilización no controlada de dichas abejas reinas, seguido de su material orgánico infestado y a su vez por el materia apícola o enjambres ya contaminados.

1.7. Acciones negativas producidas por la Varroasis

En este mismo sentido (Neira, 2013, p. 51) según la intervención del apicultor existe gran probabilidad de mortalidad dentro de una colmena de abeja en un 10 a 15% del primer año, hasta el último año que se llegó alrededor de 100%; se supone que una colonia no ha sido frecuentada de manera improbable para que esta viva un tiempo mayor a cinco años de su infestación. En el caso de las colmenas de abejas melíferas mantendrían una sensibilidad elevada por lo que fallecen en cierta causa de forma rápida a su desarrollo de estas poblaciones de varroa; estas afectaciones originadas por dicho parasito en las abejas tienen una capacidad alta para poder agruparse de acuerdo a su tipo con acciones directas o indirectas.

1.7.1. Acciones directas

El primer deterioro originado por este acaro tendría lugar en la cría puesto que un parasito de este tipo infesta a la cría hasta lograr influir de manera negativa en la etapa de vida futura que seguiría la abeja; cuya cría parasitada causa abejas que no se forman totalmente como un segmento fructífero del sistema de parcelación del trabajo, lo que es de importancia principal en el punto de la colonia de abejas (Mitton, 2019, p. 20).

Por otra parte (Suárez, 2018, p. 3) ha indicado que los efectos tanto físicos como fisiológicos de las abejas tras la infesta son variables yendo desde la pérdida de peso, algunas deformaciones, modificaciones extras en la hemolinfa, pero especialmente se reduce su nivel de sobrevivencia caracterizado por el hábito alimenticio mínimo del acaro. Posteriormente nos indica que una abeja que ha sido parasitada reduce su posibilidad de vida al 50% más o menos, en tal caso cada acaro que logra parasitar derrocha al menos un 10 % de su peso y erradica sus proteínas hasta un 60%, existen casos en los cuales una celda es parasitada por más de 6 ácaros, la abeja muere a los pocos días de nacer.

Al momento de que las abejas se han infestado por este parasito suelen mostrar inquietud particular, de acuerdo a las abejas con una parasitosis extrema no se consideraran capaces de construir su panal, es por ello que la falta de energía de estos animales infestados provoca que

exista una muerte prematura logrando una contribución mínima en el aporte de su néctar y de el polen, ocasionando un debilitamiento de la colonia hasta puede producirse su destrucción irrevocable (Suárez, 2018, p. 3).

1.7.2. Acciones Indirectas

De acuerdo a lo expuesto por (Ferret, 2014, p. 56), donde nos menciona que los efectos patológicos desarrollados en relación a la capacidad de varroa para transmitir agentes peligrosos de manera específica; en tal sentido los ultimo podrían ser divididos de acuerdo a aquellos ácaros responsables directamente en la transmisión de la infección, así como de aquellos que pueden afectar indirectamente la etapa de incidencia de dicho patógeno. Sería recomendable ejemplificar desde la pérdida de abejas adultas de esta colonia para extraer un cuidado indebido de la cría así del mismo modo la elevación de la incidencia de dichas patologías presentes en la cría.

Por lo que tiene coherencia el señalar que todas las alteraciones que la varroa destructor puede producir de manera indirecta, son unidas esencialmente a la acción inoculatoria de diversos tipos de virus entre los que se encuentra el virus de la parálisis aguda; en tanto que este afecte de alguna forma a las abejas adultas como a los estados inmaduros, el virus de la cría sacciforme (SBV) y el virus de la celdilla negra de la reina (BQCV) que provocan averías solo en las crías (Ferret, 2014, p. 57).

1.7.3. Porcentajes de infestación de varroa

La presencia de varroasis en la colmena sea este en menor o mayor porcentaje conlleva a la aparición de una sintomatología tanto a nivel individual en cada abeja donde se evidencia una alteración en el desarrollo y a nivel grupal donde puede determinarse afectada la capacidad reproductiva y productiva de la colonia, además la presencia de la varroa es un factor favorable para la transmisión de enfermedades virales, debido a que el ácaro varroa es vector de hasta 8 virus diferentes (Fúquene, 2019, p. 32).

En un punto crítico de la varroasis las colmenas llegan al colapso por infestaciones de varroa muy agresivas ya se presentan síntomas muy evidentes de la enfermedad como una distribución dispareja de las celdas de cría, abejas invalidas y vulnerables, alteraciones en la conducta social, provocando desorganización y nerviosismo que se manifiesta con agitación de la colmena. (Fúquene, 2019, p. 33).

Así mismo la afectación sobre la producción de miel puede verse afectada y explicada desde 4 perspectivas diferentes dependiendo del porcentaje de infestación de varroa como se expone en la tabla 1-1.

Tabla 1-1: Relación entre el nivel de infestación y disminución de la producción.

Niveles de infestación	% de varroas	Estado de producción	Diagnóstico
Baja	≤ 10	Normal	Tolerable
Media	< 10 a ≤ 20	Disminución notable	Aplicar tratamiento
Alta	< 20 a ≤ 30	Mínima	Tratamiento urgente
Crítica	> 30	Nada	Tratamiento agresivo

Fuente: Fúquene, 2019.

Realizado por: Lara, D., 2021

1.8. Tratamiento de la Varroa

Debido a la falta de mecanismos reguladores de las poblaciones de *V. destructor* por parte de *Abeja mellifera*, éstas deben ser controladas mediante el uso de acaricidas naturales o sintéticos para mantener la salud de las colonias de abejas (Mitton, 2019, p. 23). En cuanto a la Utilización de acaricidas los más conocidos son: Clorobenzilato, Bromopropilato, Amitraz, Fluvalinato y Timol (Rivas, 2016, p. 30).

Durante las investigaciones varios autores han podido determinar que existe una variedad considerable en cuanto a los productos orgánicos que aportan al tratamiento de este parásito los más conocidos son el ácido fórmico (ácido orgánico), presente en otros insectos como las hormigas y el timol (aceite esencial), sustancia natural derivada de la planta del tomillo, ambos productos considerados orgánicos y de bajo impacto ambiental (Ramírez & Calderón, 2017, p. 2); por otro lado también tenemos todas aquellas sustancias que actúan mediante la evaporación o simplemente la liberación del principio activo que está mediatizado de acuerdo a la temperatura del interior de la colonia y por ende lo que respecta a la naturaleza o dimensión de esta superficie de evaporación utilizado como dosificador (Cánovas, 2016, p. 5).

Además de lo mencionado la problemática general en el uso presentado podría ser la falta del control en cuanto a la evaporación se refiere de los mismos, logrando de esta forma en varias ocasiones problemas complejos en los colmenares tratados, aunque también es regular que en las zonas apícolas vayan a partir de las colonias infestadas que aún no han sido tratadas hasta conseguir producir la re infestación de los otros que ya lo han sido; en tal sentido que a partir de algunos meses esta colmena sería capaz de re infestarse o también aumentar la velocidad de la población de todos los parásitos considerados como una amenaza singular en la supervivencia de vida dando como resultado la obligación de una aplicación de tratamientos de una frecuencia superior (Cánovas, 2016, p. 5).

Han existido varios ácidos orgánicos encontrados en los alimentos naturales, aunque no sea precisamente unos acaricidas y generando comportamientos adecuados frente al control de esta problemática; la eficacia resaltante sería diversa frente a lo que sería su tipo de aplicación en cada estación del año o del tipo de colmena y concretamente del compuesto. Al momento de emplearse alguno de estos compuestos se presenciarán un sinnúmero de ventajas entre las que se encuentran la baja de la carga de acaricidas sintéticos o también la disminución de la cantidad de dichos residuos que surge con gran potencia en los productos de la colmena (Cánovas, 2016, p. 6).

1.8.1. Tratamiento de la Varroasis con Ácido Fórmico

A pesar de la existencia de distintos tratamientos, la varroasis es una enfermedad que no se está en condiciones de erradicar, solo se puede controlar. Distintos son los motivos citados en investigaciones para explicar la dificultad de control de esta enfermedad (García et al., 2018, p. 31). El ácido fórmico aparece como una opción prometedora con altos porcentajes de control, pues es poco residual y forma parte de la composición química de la miel (Conrad, 2013) citado por (Matamorros, 2017, p.13). Esto hace que la mayoría de los mercados tengan altos límites de residualidad máxima permitida, sin embargo, el hecho de ser el único producto que controla efectivamente al parásito varroa destructor en su fase reproductiva (dentro de celdas de cría selladas) es su principal ventaja (Matamorros, 2017, p.13).

En cuanto al modo de acción que persigue el ácido fórmico en la actualidad no está claro en su mayoría, sin embargo, hay datos disponibles con la alteración del acaro varroa destructor hasta surgir consecuentemente dichos efectos locales sería preciso mencionar que podría darse gracias a la acción corrosiva de estos vapores producidos por el ácido fórmico; asimismo esta absorción que cumple este compuesto traería consigo una acidosis capaz de afectar el suministro de la fuente de energía de este acaro por medio del retraimiento de esta cadena respiratoria mitocondrial (UAEM, 2013, p. 9).

Una ventaja a considerar sin lugar a duda de este ácido fórmico a comparación de los otros productos existentes acaricidas sería el hecho de reportar al actuar sobre estos ácaros encontrados en la cría sellada o a su vez el hecho de que la miel posee trazas mínimas con una forma natural logrando transformarse en no contaminante (Suárez, 2018, p. 2).

Anteriormente era evidente cuantos esfuerzos se realizaban para poder controlar la varroasis, por lo que ahora se enfocarían al máximo en el uso de acaricidas sintéticos dado a que muchos de los mismos producen grados elevados en el control de este acaro; de tal manera dichos acaricidas presentan algunas complicaciones al momento de suscitar el crecimiento hacia su principio activo, en el caso de las abejas se dice que son tóxicos al igual que para el hombre al momento de dejar

residuos químicos en la sustancia producida para el consumo como es la miel. Es por ello que una de las soluciones más viables a considerarse a largo plazo debería ser el desarrollo de abejas según su genética y cuan resistente es a este parasito, aunque esta opción no se encuentra lista todavía puesto que se debería emplear la combinación con muchas otras medidas (Suárez, 2018, p. 3).

1.8.1.1. Dosis y Procedimiento para la aplicación

En el caso del tratamiento de estas colmenas infestadas es necesario emplear algunas tiras de cartón impregnadas con 100- 150 ml. De ácido fórmico al 85% por parte de cada panal presente en dicha colonia; del mismo modo se puede alcanzar un control correcto en el que está recomendado aplicar una tira por colmena y a intervalos de cuatro días entre ellos (Neira, 2013, p. 10).

(Conrad, 2013) citado por (Matamorros, 2017, p.14), se han probado distintas formulaciones para suministrar el ácido fórmico en las colmenas, con el objetivo de controlar la tasa de evaporación de manera que prevenga efectos negativos en las abejas, al mismo tiempo que controle al parásito. En este sentido se han probado soluciones en concentraciones variadas desde el 85 % al 60 % . Este tipo de ácido fórmico es tomado como el más volátil gracias a esto se deberá colocar en la colmena inmediatamente después de sacarse de una hielera, en la cual debe mantenerse para evitar su evaporación (Neira, 2013, p. 10).

1.8.1.2. Recomendaciones al preparar y utilizar el ácido fórmico

De acuerdo a (Neira, 2013, p. 13) el uso de dicho ácido en relación al control de la Varroa produciría que el tratamiento sea un poco más barato y efectivo; aunque a su vez debe tomarse en cuenta ciertos cuidados para su uso adecuado como por ejemplo el utilizar guantes y anteojos durante su preparación y si en algún caso se diera el contacto directo en la piel es conveniente enjuagarse con suficiente agua así como durar 15 minutos máximo si se ha untado directo a los ojos.

Al preparar las tiras, debe hacerse al aire libre o en un cuarto bien ventilado, evitando la acumulación del ácido volátil y almacenar las tiras preparadas en la refrigeradora, para su aplicación se debe transportarlas en una hielera. No se debe almacenar estas tiras por períodos prolongados, debido a que esta serie de cuidados y a lo difícil que resulta la preparación del ácido fórmico en el campo, se recomienda que la elaboración de las tiras con el producto sea realizada por una persona con experiencia y en un lugar adecuado (Neira, 2013, p. 17).

CAPITULO II

2. METODOLOGÍA

La etapa correspondiente a la recolección de la información se realizó dentro del período académico de la “ESPOCH” octubre 2020 – marzo 2021, en la ciudad de Riobamba. La investigación corresponde a un estudio de revisión bibliográfica exhaustiva, se basa en la exploración amplia y crítica de la información cuya finalidad es la comunicación de los resultados de investigaciones de una manera clara, concisa y real.

2.1. Procedimiento para la Recuperación de la Información

2.1.1. Búsqueda bibliográfica

Se realizó una revisión descriptiva de investigaciones publicadas en Sede Web (internet), revistas indexadas (Scielo.org, Redalyc.org, Academia.com y Ergormix.com), en base de datos reconocidos, tesis doctorales, investigaciones de pre y post grado; artículos científicos, citas que describan sistemas de producción apícola y métodos de control de la varroa mediante la utilización de ácidos orgánicos como el ácido fórmico.

Además, se utilizó las plataformas digitales de todos aquellos sitios de internet que tiene disponible la ESPOCH, información a través de la cual los estudiantes pueden acceder a cuentas personales y recabar toda la información actualizada. Las plataformas digitales son ejecutadas por programas o aplicaciones cuyo contenido es ejecutable en determinados sistemas operativos, ya sean contenidos visuales, de texto, audios, videos y simulaciones.

La búsqueda de información y datos bibliográficos se realizó en tesis de las diferentes universidades del país (Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Universidad De Cuenca, Universidad nacional de Loja, Universidad Estatal Amazónica, Universidad Técnica Ambato), artículos científicos y plataformas digitales como Scopus, Scielo, Academia Edu, Engormix, Dspace, Springer y Science direct.

2.2. Criterios de Selección

Los criterios de selección que se tuvieron en cuenta en el presente trabajo fue recolectar información existente con respecto uso de ácidos orgánicos como el fórmico en el control de la

varroasis en abejas melíferas. Para seleccionar la literatura a revisar se consideró el año de publicación, tratando de escoger los documentos más actualizados, en su mayoría se eligió documentos que traten de sistemas de producción apícolas, control de parásitos en abejas. Además, se dio la oportunidad de revisar textos tanto en español como en inglés u otros idiomas, los mismos fueron traducidos con la herramienta digital Google traductor. Las principales fuentes consultadas en cada ítem en los siguientes subapartados fueron los siguientes:

- Diagnóstico de Varroasis

Diagnóstico: (Fúquene, 2019), (Suárez, 2018), (Carranza, 2017), (Cánovas, 2016), (Ferret, 2014), (Neira, 2013) y (UAEM, 2013).

- Diagnóstico de varroasis en el Ecuador

Reyes (2019), Guerrero (2019), Stevenson (2017), Pomagualli (2017), Stevenson (2017), Moreno (2016), Balcázar (2016), Valdéz (2013), Moyón (2013) y Salazar (2013).

- Ácido fórmico en el control de la varroasis

García (2018), Pietropaoli (2018), Stevenson (2017), Calderón (2016), Moreno (2016), Gonzáles (2015), Moyón (2013) y Espinosa (2017).

- Eficiencia del ácido fórmico.

Pietropaoli (2018), García (2018), Stevenson (2017), Moreno (2016), Calderón (2016), Gonzáles (2015), Moyón (2013), Carrelli (2010) y Espinosa (2017).

- Tratamientos de la varroasis

Reyes (2019), Rueda (2019), (Suárez, 2018), Pomagualli (2017), (Balcázar, 2016), (Cánovas, 2016), (Cánovas, 2016), (Chávez, 2015), Moyón (2013), (UAEM, 2013), (Neira, 2013), y (UAEM, 2013).

2.3. Métodos para sistematizar la información

Posterior a la selección de documentos con relevancia a ser analizados se procedió a sistematizar toda la información por medio de tablas, ordenando cada investigación del más actual al más antiguo añadiendo, analizando y seleccionando datos mediante los cuales se forma tablas en cuanto al incidencia y diagnóstico de varroa en abejas melíferas, eficiencia del ácido fórmico para el control de varroa en las abejas, porcentaje de Infestación de varroas pre y pos-aplicación tratamiento de ácido fórmico y Eficiencia del ácido fórmico frente a otros compuestos orgánicos. De esta manera se procedió a expresar la información de una forma clara y concisa sobre la utilización del ácido fórmico en el control de varroa en abejas.

CAPITULO III

3. RESULTADOS Y ANÁLISIS

3.1. Diagnóstico de la varroa en abejas melíferas

3.1.1. Porcentaje de infestación de la varroa en abejas adultas.

El porcentaje de infestación de la varroa en varios apiarios de abeja melíferas encontrados en varios estudios van desde 4,34 % reportados por (Stevenson, 2017, p.40) hasta 15,79 % (Valdéz, p. 72), dentro de este rango encontrándose los datos reportados por Moyón (2013), Pomagualli (2017), Reyes (2019), Salazar (2013), Moreno (2016) y Balcázar (2016) con un porcentaje de infestación de 10,84; 9,33; 4,70; 9,58; 11,85 y 6,19 respectivamente como se puede observar en la tabla 2-3.

Tabla 2-3: Incidencia de varroa en colmenas de abejas melíferas.

Autor	N° de colmenas evaluadas	% I. en abejas adultas	% I. en cría operculada	N° de varroas caídas/dm ² /día pretratamiento
Moyón (2013)	16	10,84	-	4,96
Pomagualli (2017)	12	9,33	14,05	4,21
Reyes (2019)	20	4,70	6,83	2,15
Salazar (2013)	10	9,58	15,01	4,38
Moreno (2016)	16	11,85	-	5,40
Stevenson (2017)	34	4,34	6,94	1,98
Balcázar (2016)	16	6,19	12,16	-
Valdéz (2013)	24	15,79	-	-
Guerrero (2019)	12	8,12	-	6,34
Promedio		9,97	10,99	4,20

Nota: % I. = Porcentaje de infestación y N°= número.

Realizado por: Lara, 2021

Moyón (2013, p. 60) en su trabajo investigativo realizado en apiarios de la provincia de Chimborazo reportó porcentajes de infestación de 10,83; 10,50; 11,28; y 10,75, para las colmenas

que fueron sometida al diagnóstico de varroa (David de Jong), obteniendo un promedio de 10,84 %, cifra muy similar a la reportada por Pomagualli (2017) de 9,33 % de infestación, estudio que lo realizo en la Estación experimental Tunshi de la ESPOCH el cual nos demuestra que las colmenas en ese momento tenían una infestación natural alta.

Moyón (2013) y Pomagualli (2017) presentan datos similares a lo reportador por otro estudio realizado en el sur del Ecuador, zona andina, en la que se utilizaron diez colmenas tipo langstroth en la cual (Balcázar, 2016, p. 80) reporta que obtuvo resultados de infestación pretratamiento una cifra promedio de 6,19 % en abejas adultas. Mientras que (Valdéz, 2013, p. 31) en su estudio realizado en la provincia de Pichincha al analizar 24 colmenas con revisiones periódicas y conteo de parásitos cada 15 días, utilizando el método de diagnóstico de varroa David de Jong, obteniendo cifras de 15,79 % de infestación de varroa las cuales denomino como colmenas muy agresivas y recomienda un tratamiento urgente para controlar dicho parásito.

3.1.2. Porcentaje de infestación de varroa en cría operculada

El porcentaje de infestación de varroas en cría operculada pre- aplicación en el presente estudio fue de 14,05; 6,83; 15,01; 6,94 y 12,16 % para los estudios realizados por Pomagualli (2017), Reyes (2019), Salazar (2013), Stevenson (2017) y Balcázar (2016) respectivamente, obteniéndose un promedio general de 10,99 % lo que significa que las colmenas mantienen una infestación natural media de varroa en cría operculada, como se reporta en la tabla 1-3.

3.1.3. Número de varroas caídas/dm²/día pre-tratamiento

El número de varroas caídas/dm²/día reportados en los estudios van desde 1,98 varroas/dm²/día (Stevenson, 2017, p.40) hasta 5,40 varroas/dm²/día (Moreno, 2013, p. 72), dentro de este rango encontrándose los datos reportados por Moyón (2013), Pomagualli (2017), Reyes (2019) y Salazar (2013) con datos de varroas/dm²/día 4,96; 4,21; 2,15; y 4,38 respectivamente. Sin embargo un estudio realizado en la Provincia de Chimborazo, Parroquia Calpi, en la que se utilizó 12 colmenas tipo Langstroth para el diagnóstico de la varroa (Guerrero, 2019, p. 53) menciona que encontró cifras desde 6.44 hasta 6.27 varroas/dm²/día alcanzado un promedio general de 6,34 de varroas caídas/ dm²/día, el autor denomino a este evento una población media de varroas en las colmenas antes de aplicar los tratamientos.

Según (Moyón 2013, p. 51) menciona que menos de 5 varroas/dm²/día corresponde a una población baja, 5-10 varroas/dm²/día una población media y más de 10 varroas/dm²/día correspondería a una población alta, ante lo mencionado los datos reportados por Moyón (2013), Pomagualli (2017), Reyes (2019), Salazar (2013) y Stevenson (2017) se encontrarían en un rango

de población baja, mientras que los datos reportados por Moreno (2013) y Guerrero (2019) correspondería a una población media.

3.2. Formas de aplicación del ácido fórmico en las colmenas.

3.2.1. Porcentaje de Infestación de varroas pre y pos-aplicación tratamiento con ácido fórmico.

El % de infestación de varroas pre-tratamiento de las investigaciones reportadas para tratar con ácido fórmico se obtuvo reportes de Calderón (2016), Moyón (2013), Gonzales (2015), García (2018), Pietropaoli (2018), Espinosa (2017), Moreno (2016) y Stevenson (2017) fueron de 8,19; 10,5; 9,93; 14,00; 12,11; 7,56; 11,85 y 4,34 respectivamente. Teniendo como porcentaje de infestación más alta reportada por García (2018) de 14,00 %, y la menor reportada por (Stevenson, 2017) de 4,34 % como se observa en la tabla 3-3.

Tabla 3-3: Formas de aplicación, porcentaje de Infestación de varroas pre y pos-aplicación al tratamiento de ácido fórmico en abejas melíferas.

Autor	Forma de aplicación	Cantidad (ml)	% I. inicial	% I. final	% de reducción
Calderón (2016,)	Gel orgánico formulado en tiras de cartón	150	8,19	0,43	7,76
Moyón (2013)	Gomaespuma forrada con plástico de polietileno	240	10,5	0,53	9,97
González (2015)	Evaporador de ácido fórmico	140	9,93	1,13	8,80
García (2018)	Tiras de cartón impregnadas con ácido fórmico	160	14,00	4,90	9,10
Pietropaoli (2018)	Evaporador de ácido fórmico	290	12,11	3,30	8,81
Espinosa (2017)	Empaque de polietileno con mecha de liberación.	160	7,56	2,54	5,02
Moreno (2016)	Cartón humedecidas	80	11,85	5,71	6,14
Stevenson (2017)	Planchas de goma espuma	240	4,34	0,95	3,39
Promedio			9,81	2,43	7,37

Nota: % I. inicial = porcentaje de infestación inicial de varroa y % I. final= porcentaje de infestación final.

Realizado por: Lara, 2021

(García 2018, p. 22) Menciona que al tomar una muestra de aproximadamente 500 abejas adultas por colmena (n=4186 abejas), se encontró un promedio de infestación inicial de 14 %. La presencia de más de diez ácaros caídas/dm²/día pretratamiento, (Moyón 2013, p. 51) considera estas cifras de infestación inicial alta, por lo cual recomiendan la aplicación de un método de control urgente.

La infestación final de varroa pos-aplicación de tratamiento reportado por las investigaciones realizadas por Calderón (2016), Moyón (2013), Gonzales (2015), García (2018), Pietropauli (2018), Espinosa (2017), Moreno (2016) y Stevenson (2017) fueron de 0,43 %; 0,53 %; 1,13 %; 4,90 %; 3,30 %; 2,54 %; 5,71 % y 0,95 % respectivamente, siendo la cifra 0,43 % reportada por Calderón (2016) la menor cantidad y 5,75 % la cantidad mayor reportada por Moreno (2016).

3.2.2. Porcentaje de reducción de la varroa.

Para el porcentaje de reducción de infestación de varroa las cifras obtenidas por Moyón (2013) fueron las más eficiente obteniendo un porcentajes de reducción de varroa de 9,97 %, realizando su tratamiento con ácido fórmico al 85 % aplicado en gomaespuma forrada con plástico de polietileno en dosis de 120 ml, con dos aplicaciones cada 15 días, seguidos por los datos reportados por García (2018) al aplicar 160 ml en tiras de cartón impregnadas con ácido fórmico un porcentaje de reducción de 9,01%.

Los reportes de las investigaciones antes mencionadas concuerdan con las realizadas por Gonzales (2015) y Pietropaili (2018) obteniendo porcentajes de reducción de 8,8 % y 8,81 %, resultados similares que se pueden atribuir al mismo método de aplicación del ácido fórmico en las colmenas en forma de evaporadores cantidades de 140 ml y 160 ml detalladas en la tabla 3-3. (Ramos, 2010, p. 5) menciona que al existir mayor evaporación del ácido fórmico existirá una mayor eficiencia a corto plazo en varroa en la fase forética y reproductiva, mientras que al aplicar en forma de gel existirá un promedio de evaporación de 10 g/día dependiendo de la temperatura, esto garantiza una mayor eficiencia a largo plazo por lo que se recomienda la aplicación en intervalos de tiempos establecidos.

3.2.3. Eficacia del ácido fórmico en el control de la varroa en abejas melíferas.

Para controlar la varroa en abejas se puede llegar a utilizar una concentración de ácido fórmico que va desde un 58 a 85 %, dentro del mismo se encontró una mayor eficacia en el trabajo investigativo de (Moyón, 2013, p. 9) en el mismo que aplico un 85% de ácido fórmico siendo efectivo contra la varroa en un 95,10%, valor más alto de los reportados en las investigaciones realizadas por Pietropaoli, 2018, Gonzáles, 2015, Calderón, 2016, García, 2018, Espinosa, 2017, Carrelli, 2010, Moreno, 2016 y Stevenson, 2017 los mismos que expresaron una eficiencia de 72,7%, 88,26%, 94,70%, 65,00%, 66,40 %, 82,70 %, 65,00 % y 78,21 % respectivamente. Datos detallados en la tabla 4-3.

Tabla 4-3: Eficacia del ácido fórmico en el control de la varroa en las abejas melíferas.

Autor	% de ácido fórmico	% de eficiencia	Ácaros colectados post-aplicación
Pietropaoli (2018)	60	72,70	-
Gonzáles (2015)	85	88,26	846
Calderón (2016)	65	94,70	1065
Moyón (2013)	85	95,10	-
García (2018)	85	65,00	695
Espinosa (2017)	65	66,40	1050
Carrelli (2010)	85	82,70	835
Moreno (2016)	70	65,00	-
Stevenson (2017)	58	78,21	-
Promedio	-	78,67	-

Realizado por: Lara, 2021

En la investigación realizada por Moyón (2013), nos menciona que obtuvo mejores resultados en la aplicación de ácido fórmico al 85 % en dos aplicaciones de 120 ml cada una en un lapso de tiempo de 15 días, obteniendo una eficacia de 95,10 %, en comparación con la aplicación del ácido fórmico al 85% en una sola aplicación de 240 ml, con una eficacia 62,90 %.

La Efectividad de ácido fórmico presentada por Caderón,(2019), utilizando ácido fórmico al 65 % una cantidad de 150 ml divididos en dos porciones de 75 ml y colocadas diagonalmente sobre los marcos en una distancia de 25 cm entre ellas fue de 94,70 % de eficacia, cifra muy semejante reportada por Moyón, 2013, considerando un uso menor en el porcentaje y cantidad de ácido fórmico, dicha eficacia reportada por Calderón, 2019, se puede atribuir a la aplicación del ácido fórmico en gel u otros factores medioambientales como la temperatura que influye directamente la volatilización del ácido fórmico.

Mientras que los reportes realizados por García (2018) y Espinosa (2017) concuerdan con los reportados por Moreno (2016), teniendo en cuenta que (Moreno 2016, p. 115) menciona que los resultados obtenidos en la investigación los atribuye a las condiciones medioambientales y en especial a la temperatura que se encontraban en un rango de 8 a 15 °C, temperatura que no permitió una correcta volatilización del ácido fórmico.

(Gonzáles, 2015, pp. 38) en su estudio sobre la comparación de la eficacia del ácido fórmico y del fluvalinato, como métodos de control de Varroa destructor en colmenas de Apis melífera, nos

menciona que la eficacia calculada en primavera para el grupo tratado con ácido fórmico fue mayor que la encontrada en el grupo control en un 47,15%, lo que confirma al ácido fórmico como un tratamiento orgánico efectivo para controlar la varroasis con una eficiencia de 88,26 %.

3.3. Eficiencia del ácido fórmico frente a otros compuestos naturales en el control de varroa.

3.3.1. Infestación inicial y final de la varroa.

En la tabla 5-3 se presenta el % de infestación de varroas pre-aplicación de los tratamientos reportados en las siguientes investigaciones fueron 10,84 %; 1,75 %; 12,12 % y 5,31 % para las colmenas que fueron sometidas al control de varroas mediante los tratamientos Ácido Fórmico al 85%, Acido Oxálico al 99, Timol al 99%, aceite esencia de ruda y aceite esencial de romero respectivamente. Teniendo el % más alto al estudio correspondiente al Aceite esencia de ruda (Balcázar 2016) y % más bajo al ácido oxálico (Reyes 2019).

Tabla 5-3. Eficiencia del ácido fórmico frente a otros compuestos orgánicos en el control de la varroa en abejas melíferas.

Autor	Producto orgánico	% de concentr ación	% I Inicial	% I Final	% eficacia	Costo de tratamiento
Moyón (2013)	Ácido fórmico	85	10,84	4,33	95,10	8,20
Rueda (2019)	Ácido oxálico	99	1,75	0,31	86,88	13,20
Reyes (2019)	Timol	99	4,23	0,59	84,68	18,09
(Balcázar, 2016)	Aceite esencial de ruda	50	12,12	3,25	79,77	6,19
Pomagualli (2017)	Aceite esencial de romero	-	5,31	4,58	14,44	19,07

Nota: % I. inicial = porcentaje de infestación inicial de varroa y % I. final= porcentaje de infestación final.

Realizado por: Lara, 2021

El % de infestación varroa destructor pos-aplicación de los tratamientos reportados en las investigaciones demuestran que el tratamiento con ácido oxálico al 99 % en forma vaporizada, en 4 aplicaciones a intervalo de 7 días presento menor porcentaje de infestación de varroa con 0,31 % reportado por (Rueda, 2019, p 7) seguido por el tratamiento de timol que se aplicó diluido en 8 gramos de timol en 8 ml de alcohol de 96 grados presentando así 0,59 % de infestación final de varroa reportado por (Reyes, 2019, p. 6), posteriormente se ubicaron los resultados obtenidos por Moyón (2013), Pomagualli (2017) y Balcázar (2016) porcentajes de

4,33; 4,58; y 4,95 % de infestación final de varroa respectivamente, tomando en cuenta que estos tres últimos datos presentaron un porcentaje mayor de infestación inicial de varroa.

3.3.2.Eficacia de los diferentes tratamientos orgánicos contra la varroa.

El % eficacia de las cinco alternativas para el control de varroa presentadas en las investigaciones teniendo como el mejor resultado reportado por (Moyón, 2013, p. 64) utilizando ácido fórmico al 85 % con dos aplicaciones cada 15 días un resultado de 95,10% de eficiencia, seguido por el tratamiento ácido oxálico reportado por (Rueda, 2019, p. 7) utilizado al 99% aplicado en forma vaporizada en 4 aplicaciones a intervalo de 7 días una eficiencia de 86,88 %, posteriormente se ubicó el tratamiento reportado por (Reyes, 2019, p. 6) utilizando el timol al 99% diluido 8 gramos de timol en 8 ml de alcohol de 96 grados un 84,68 % de eficiencia, 79,77 % de eficiencia seguido en la lista reportado (Balcázar 2016, p. 81) aplicando aceite esencial de ruda a una concentración del 50% en cuatro aplicaciones con un intervalo de quince días para cada aplicación, finalmente el tratamiento de aceite esencial de romero realizado por (Pomagualli, 2017, p. 51), utilizó 3 aplicaciones cada 7 días por colmena, en dosis de 8 ml, obteniendo 14,44 % de eficiencia.

Los resultados obtenidos por (Rueda, 2019, p. 7) para tratamiento ácido oxálico al 99 % presente en este estudio son superiores a los registrados por (Salazar, 2013, p. 6), quien manifiesta que utilizó una mezcla de 500 ml de agua, 500 gramos de azúcar y 50 gramos de ácido oxálico en cuatro aplicaciones de cada tratamiento a intervalos de siete días, obteniendo una eficiencia promedio de los tratamientos de 82,70 % de eficiencia. Mientras que (Reyes, 2019, p. 6) evidenció un 62,81 % de efectividad al aplicar ácido oxálico en mezcla con azúcar impalpable (2,5 g de ácido oxálico y 40 g de azúcar impalpable), un sobre por colmena colocado en la parte superior de los cabezales de los marcos, en tres oportunidades, con una frecuencia de 8 días.

En el tratamiento de timol para controlar la varroa (Espinosa, 2007, p. 6) presenta una eficiencia superior a la mencionada por (Reyes, 2019, p. 6) de 88,8 % de eficiencia, en su estudio realizado en México, en el cual utilizó 12,5 y 25 gramos de timol en gel que fue esparcido sobre una lámina de plástico (10 × 20 cm) que se colocó sobre los cabezales de los bastidores de la cámara de cría de cada colonia tratada. (Calderón, 2013, p. 10) menciona que la eficiencia del timol está relacionado a la temperatura y forma física del timol, registrando una eficiencia de 92,10 % al aplicar 25 gramos de timol en gel en un clima tropical.

Los resultados obtenidos por Balcázar (2016) al utilizar aceite esencial de ruda al 50 % son superiores por los reportados en sus mismos estudios al utilizar aceite esencial de ruda al 40 % en cuatro aplicaciones con un intervalo de quince días para cada aplicación, obteniendo una eficiencia de 59,42 %.

3.3.3. Análisis de costos

Para la evaluación de costos en los diferentes tratamientos tenemos como resultado menor a la cifras reportadas por (Balcázar, 2016, p. 79) costo/colmena tratada al utilizar aceite esencial de ruda al 50 % cuatro aplicaciones con un intervalo de quince días para cada aplicación un costo de \$ 6,19 /colmena tratada con un costo del producto más los materiales requeridos.

En cuanto al ácido fórmico (Moyón, 2013, p.72) menciona que obtuvo un costo/colmena tratada de \$ 8,20 al utilizar dos aplicaciones cada 15 días, de 240 ml de ácido fórmico al 85 %, cifra superada por (Rueda, 2019, p. 9) al utilizar Acido oxálico, (Reyes, 2019, p. 10) con timol y (Pomagualli, 2017, p. 58) al usar aceite esencial de romero, con cifras de \$ 13,20, \$ 18,09 y \$ 19,07 costo/colmena tratada respectivamente.

CONCLUSIONES

De acuerdo al análisis realizado en el presente trabajo bibliográfico se permite manifestar las siguientes conclusiones:

1. La varroa es un acaro que se encuentra dispersa en los apiarios de abejas melíferas en forma de parásito destructor un promedio de 9,97 % en abejas adultas y 10,99 % en cría operculada, cifra que según la literatura se pueden denominar como % de infestación media, encontrándose cifras de diferentes investigaciones desde 4,34 % hasta 15,79 % en abejas adultas y 6,83 % hasta 15,01 % en cría operculada.
2. La eficacia del ácido fórmico presenta un promedio de 68,67 %, por lo que se puede mencionar que tiene un % de control del parásito varroa alto, reportándose un mayor resultado al aplicar 85% de ácido fórmico en Gomaespuma forrada con plástico de polietileno, obteniendo una eficacia de 95,10 %.
3. Al realizar un análisis comparativo de varios productos orgánicos, se determinó que la utilización del ácido fórmico al 85 % fue el mejor resultado alcanzando un 95,10 % de eficacia, seguido del tratamiento con el ácido oxálico al 99 % una eficacia de 86,88 %, timol una eficacia de 84,68 % y aceite esencial de ruda 79,77 % de eficacia.
4. El costo/colmena tratada en las investigaciones para el control de Varroasis es menor al utilizar aceite esencial de ruda con un valor de \$ 6,19, seguido de \$ 8,20 al utilizar ácido fórmico, mientras que, al utilizar ácido oxálico y timol se utiliza \$ 13,20 y \$ 18,09 por colmena tratada respectivamente.

RECOMENDACIONES

1. La producción apícola en el país es una actividad a la cual solo se dedica una parte de la población, existiendo poco desarrollo de conocimiento en el área, por lo que sería conveniente la difusión de la información aquí expuesta para su aplicación.
2. Incentivar el desarrollo de más estudios sobre el empleo del ácido fórmico en el control de varroasis, tomando como base los datos presentados en esta investigación tratando de replicar en diferentes condiciones medioambientales de nuestro país.
3. Fomentar campañas de control del parásito varroa en granjas apícolas de la región mediante el uso del ácido fórmico.

BIBLIOGRAFÍA

AGROBIT. Agrobot/ Apicultura. Control de varroa a base de ácido fórmico. Seminario en Línea. [En línea], 2010. (Uruguay). pp. 27. [Consulta: 11 abril 2021]. Disponible en: http://www.agrobit.com.ar/Info_tecnica/alternativos/apicultura/AL_000004ap.htm >.

ANDRADES, P. La Varroasis en el apiario. [En línea].2019, [consulta: 17 Julio 2021]. Disponible en: <http://biblioteca.inia.cl/medios/biblioteca/informativos/NR41666.pdf>

BALCÁZAR, M. Elaboración de un acaricida natural a base de aceite esencial de ruda (*Ruta graveolens*) para el control de varroasis (*Varroa jacobsoni*) en abejas (*Apis mellifera*) y su incidencia en la producción de miel en el barrio Landanguí de la parroquia Malacatos del Cantón Loja (trabajo de titulación) (Ingeniero Zootecnista Veterinario). Universidad Nacional de Loja – Ecuador. 2016. Pp. 80. [Consulta: 16 noviembre 2021]. Disponible en: <https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/17082/1/TESISMAXIMOBALCAZAR.pdf>

BELTRÁN, T., & ROMERO, V. “Varroasis: enfoque ambiental y económico”. REDVET. [En línea], 2017, (España) 18(9), pp. 1-13. [Consulta: 18 junio 2021]. ISSN 16695-7504. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/636/63653009023.pdf>

BOGA, V. Fundamentos para el control de la Varroa y Loque americana. [en línea]. (Uruguay) 2016, [consulta: 17 octubre 2021]. Disponible en: <http://www.inia.uy/publicaciones/documentos/compartidos/111219240807162010.pdf>

CALDERÓN, R. “Efectividad del ácido fórmico y el timol en el control del ácaro *Varroa destructor* en colmenas de abejas africanizadas”. *Agronomía Costarricense*, [En línea], 2013, (México) 38(1), pp. 175-188. [Consulta: 21 junio 2021]. ISSN 0377-9424. Disponible en: <https://doi.org/10.15517/rac.v38i1.15165>

CÁNOVAS, J. “Varroa (*Varroa Jaconsoni*). Situación actual y métodos de control”. VII Congreso SEAE de Agricultura y Alimentación Ecológica, [En línea]. 2016, (España) 53(9), pp.154. [consulta: 21 junio 2021]. ISSN 16695-7504. Disponible en: <http://biblioteca.inia.cl/medios/biblioteca/informativos/NR41666.pdf>

CARRANZA, B. Varroasis: enfoque ambiental y económico. Una revisión. *Revista Electronica de Veterinaria*, [En línea]. 2017, (México) 18(9), pp. 2-13. [consulta: 4 de octubre 2021]. ISSN 1694-7504. Disponible en: <file:///C:/Users/usuario/Downloads/091770.pdf>

CARRELLI, A. Confronto di efficacia tra ácido formico e formulati commerciali a base di timolo nel controllo estivo di *Varroa destructor*. Esperienze In Campania. [en línea]. (Italia) 2010, [consulta: 15 junio 2021]. Disponible en: <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2014/bmfciu.41i/doc/bmfciu.41i.pdf>

CHÁVEZ, M. Estudio de la actividad antibacteriana de diferentes ácidos orgánicos sobre distintas bacterias gram negativas de importancia en la industria acuícola (Tesis de grado) (Biólogo). Escuela Superior Politécnica Del Litoral, Guayaquil, Ecuador, 2015. pp. 35-44, [Consulta: 27 de septiembre 2021]. Disponible en: https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/29554/1/TESIS_LLANOS_CHAVEZ.pdf

CÓRDOBA, J., & PRIETO, D. “Presence of *Varroa destructor*, *Nosema apis*, and *Acarapis woodi*, in honey bee (*Apis mellifera*) of the east region in the State of Mexico”. *Angewandte Chemie International Edition*. [En línea], 2016, (Mexico) 6(11), pp. 15-38. [Consulta: 2 agosto 2021]. ISSN 2448-6132. Disponible en: <http://www.scielo.org.mx/pdf/av/v6n2/2448-6132-av-6-02-00030.pdf>

ESPINOSA, L. Eficacia de dos acaricidas naturales, ácido fórmico y timol, para el control del ácaro *Varroa destructor* de las abejas (*Apis mellifera* L.) (Trabajo de titulación) (Médico Veterinario). Villa Guerrero, Estado de México, México. 2017. pp. 2-12. [Consulta: 4 de octubre 2021].

FERRET, E. “Varroasis: peligrosa enfermedad de la abeja mellífera, diagnóstico y control”. *Redalyc Sistema de Información Científica Carmenate, Hanoy; Botta, Eleazar Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal*. [En línea], 2014, (Cuba) 8(2), pp. 47-55. [Consulta: 6 agosto 2021]. ISSN 1562-3009. Disponible en: <http://redalyc.uaemex.mx/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=209117836013>

FLORES, J. Aspectos aplicados del ciclo biológico de *Varroa* y de su dinámica estacional. [en línea]. (Colombia) 2017, [consulta: 17 octubre 2021]. Disponible en: http://www.uco.es/dptos/zoologia/Apicultura/trabajos_libros/2007_Ciclo_varroa_El_Colmenar.pdf

FRIJOLI, L., & POFFER, D. Monitoreo y control de varroasis. [en línea]. (Colombia) 2013, [consulta: 17 octubre 2021]. Disponible en: https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta_-_monitoreo_y_control_de_varroasis.pdf

FÚQUENE, B. VARROA, un problema de gran impacto a nivel sanitario y productivo en la apicultura, métodos de diagnóstico, tratamientos y prevención (Proyecto especial de titulación) (Médico Veterinario). Universidad De Ciencias Aplicadas y Ambientales (U.D.C.A.), Facultad de Ciencias Agropecuarias, Medicina Veterinaria. Bogotá – Colombia. 2019. pp. 4-91. [Consulta: 5 de octubre 2021]. Disponible en: [https://repository.udca.edu.co/bitstream/handle/11158/3246/4.VARROA%2C un problema de gran impacto a nivel sanitario y productivo en la apicultura%2C métodos de diagnóstico%2C tratamientos y prevención.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repository.udca.edu.co/bitstream/handle/11158/3246/4.VARROA%2C%20un%20problema%20de%20gran%20impacto%20a%20nivel%20sanitario%20y%20productivo%20en%20la%20apicultura%2C%20m%C3%A9todos%20de%20diagn%C3%B3stico%2C%20tratamientos%20y%20prevenci%C3%B3n.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

GARCÍA, J. EVALUACIÓN DEL EFECTO ACARICIDA DEL ÁCIDO FÓRMICO EN CELDAS CON CRÍA SELLADA E INFESTADAS CON EL ÁCARO *Varroa jacobsoni* (Oudemans) EN ABEJAS *Apis Mellifera* (Proyecto especial de titulación) (Ingeniero Agrónomo). Universidad Nacional de Heredia (UNA), Costa Rica. 2008. pp. 22-31.

GARCIA, V., PUCHE, M., PÉREZ, M., & CÓRCEGA, E. Impactos, Vulnerabilidad y Adaptación de la Agricultura al Cambio Climático. First Academic Report on Climate Change Climate Change in Venezuela. [en línea]. (Venezuela) 2018, [consulta: 3 octubre 2021]. Disponible en: <http://www.acading.org.ve/info/publicaciones/libros/pubdocs/PRACC.pdf>

GONZÁLES, R. “Aprendiendo a vivir con la terrible varroasis”. Apicultura sin Fronteras [en línea]. (Argentina) 2015, [consulta: 17 octubre 2021]. Disponible en: [http://www.czs.si/Upload/Apicultura 83 Apiculture.pdf](http://www.czs.si/Upload/Apicultura%2083%20Apiculture.pdf)

GONZÁLEZ, D. Comparación de la eficacia del ácido fórmico y del fluvalinato, como métodos de control de *Varroa destructor* (Acari: Varroidae) en colmenas de *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae), en Ñuble, centro sur de Chile (Trabajo de titulación) (Médico Veterinario). Facultad de Medicina Veterinaria, Chillán-Chile. 2015. pp. 36-41.

GUERRA, A. EVALUACIÓN DE CINCO TRATAMIENTOS PARA EL CONTROL DEL ACARO “VARROA DESTRUCTOR” EN ABEJAS (*Apis mellifera*) (Tesis de Grado) (Médico Veterinario Zootecnista). Universidad Central Del Ecuador. 2015. pp. 8. [Consulta: 4 de octubre 2021]. Disponible en: <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/3129/1/T-UCE-0014-39.pdf>

GUERRERO, R. EVALUACIÓN DE DIFERENTES NIVELES DE CLORURO DE LITIO EN LA ALIMENTACIÓN ARTIFICIAL PARA EL CONTROL DE *Varroa destructor* EN ABEJAS (*Apis Mellifera*) (Trabajo de titulación) (Ingeniero Zootecnista). Escuela Superior Politécnica De Chimborazo, Riobamba-Ecuador. 2019. pp. 53. [Consulta: 3 de abril 2021]. Disponible en: <http://dspace.espoch.edu.ec/handle/123456789/44>

GUZMÁN, A. “Efecto del nivel de infestación de *Varroa destructor* sobre la producción de miel de colonias de *Apis Mellifera* en el altiplano semiárido de México”. *Revista Mexicana De Ciencias Pecuarias* [en línea], 2011, (México) 2(3), pp. 313–317. [Consulta: 7 de mayo 2021]. Disponible en: <https://arechiga@uaz.edu.mx>.

IBARRA, Y. Niveles de ácido oxálico para el control de varroasis (*Varroa destructor*) EN ABEJAS (*Apis Mellifera*), en el recinto Aguas Frías del cantón Mocache (Proyecto de Investigación) (Ingeniero zootecnista). Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Ecuador, 2019. pp. 20. [Consulta: 19 de septiembre 2020]. Disponible en: <https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/3722/1/T-UTEQ-0032.pdf>

JORDÁN, P. Síndrome de despoblamiento de colmenas (Proyecto de Investigación de fin de grado) (Médico Veterinario). Universidad de Zaragoza, Facultad de Veterinaria, España, 2015. pp. 1–30.

MAGAÑA, J. *Autorproducción de abejas reina*. [blog]. Mexico: 16 de octubre, 2017 [Consulta: 12 de septiembre 2021]. Disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/320434322>

MAPAMA. *Guía técnica para para la lucha y control de la varroosis y uso responsable de medicamentos veterinarios contra la varroa* [en línea]. España: Ministerio De Agricultura Y Pesca, Alimentación Y Medio Ambiente, 2017. [Consulta: 20 de mayo 2021]. Disponible en: http://www.mapama.gob.es/es/ganaderia/temas/sanidad-animal-higieneg-anadera/2017-guia-controlvarroosisparaveterinarios-tecnicosapicolas2_tcm30-421799.pdf

MARTÍNEZ, J., ALCALÁ, K., & VIVAS, J. “Prevención de Varroosis y Suplementación” *Manual de capacitación* [en línea], 2011, (Mexico) 1(6), pp. 4-59. [Consulta: 2 de abril 2021]. ISSN 978-907. Disponible en: https://redgatro.fmvz.unam.mx/assets/manual_varroosis.pdf

MASQUIZA, D., CURBELO, M., DÍAZ, B., & ARENAL, A. (2019). “Varroosis y mecanismos de defensa de la abeja melífera (*Apis mellifera*)”. *Revista de producción animal* 31(3) (2019), (Ecuador) pp. 76-87

MATAMORROS, N. Evaluación de una solución de ácido fórmico en gel para el control del ácaro varroa (varroa destructor anderson & truemann) en colmenas de abejas africanizadas (Trabajo de titulación) (Máster en Apicultura Tropical). Universidad Nacional, Heredia-Costa Rica. 2017. pp. 53-130. [Consulta: 19 de septiembre 2021]. Disponible en: https://repositorio.una.ac.cr/bitstream/handle/11056/18569/TFG_NicolásFeoliMatamoros.pdf?sequence=1&isAllowed=y

MITTON, G. "Resistencia a xenobióticos y procesos de detoxificación. Estudios moleculares (Trabajo de titulación) (Doctor). Universidad Nacional de Mar del Plata, Centro de Investigación en Abejas, Buenos Aires-Argentina. 2019. pp. 9-121. [Consulta: 3 de octubre 2021]. Disponible en: <https://bit.ly/2v7Ycid>

MORENO, E. Evluación de la aplicicación estival de Apilife Var en el control de Varroa destructor Anderson y Trueman, ectoparásito de Apis mellifera L (Tesis De Grado) (Licenciado en Agronomía). Universidad Austral de Chile, Valdivia-Chile. 2016. pp. 72-120. [Consulta: 29 de septiembre 2020]. Disponible en: <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2014/bmfciu.41i/doc/bmfciu.41i.pdf>

MOYÓN, J. Evaluación de tres alternativas para el control de varroasis varroa destructor en tres apiarios de la provincia de Chimborazo (Trabajo de titulación) (Ingeniero Zootecnista). Escuela Superior Politécnica De Chimborazo, Riobamaba-Ecuador. 2013. pp. 60-88. [Consulta: 10 de abril 2021]. Disponible en: <https://doi.org/10.7705/biomedica.v31i0.530>

NEIRA, M. Evaluación del ácido fórmico para el contro de varroa destructor en colonias de Apis melliferas (Trabajo de titulación) (Ingeniero Agronomo). UNIVERSIDAD AUSTRAL DE CHILE, Facultad de Ciencias Agrarias, Escuela de Agronomia, Valdivia-Chile. 2013. pp. 17-51 [Consulta: 10 de abril 2021]. Disponible en: <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2003/fav297e/pdf/fav297e-TH.3.pdf>

ORTEGA, L. "Mejora Apícola Con Zánganos Seleccionados". Manual de apicultuta Apis mellifera [en línea], 2012, (Colombia) 9(3), pp. 5-100 [Consulta: 12 de octubre 2021]. ISSN 978-958. Disponible en: https://www.miteco.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd_2007_2126.pdf

PIETROPAOLI, M. “Liquid formic acid 60 % to control varroa mites (Varroa destructor) in honey bee colonies (Apis mellifera)”. Journal of Apicultural Research [en línea], 2018, (Italia) 57(2), pp. 1–8. [Consulta: 3 de octubre 2021]. <https://doi.org/10.1080/00218839.2017.1376767>

POMAGUALLI, C. Acaricidas sintéticos y naturales para el control de varroa destructor en colmenas Apis mellifera (Trabajo de titulación) (Ingeniero Zootecnista). Escuela Superior Politécnica De Chimborazo, Riobamaba-Ecuador. 2017. pp. 51-65. [Consulta: 10 de abril 2021]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/44>

RAMÍREZ, M., & CALDERÓN, R. A. “Control del ácaro Varroa destructor en cría sellada de obrera al utilizar ácido fórmico y timol, en colmenas de abejas africanizadas, bajo condiciones tropicales”. Revista Ciencias Veterinarias [en línea], 2017, (Costa Rica) 34(2), pp. 95-102. [Consulta: 3 de octubre 2021]. ISSN 2215-4507. Disponible en: <https://doi.org/10.15359/rcv.34-2.3>

RAMOS, F. “Ácido fórmico en gel para regular su evaporación”. Ciencia Ergo Sum [en línea], 2010, (Mexico) 17(1), pp. 67-71. [Consulta: 12 de agosto 2021]. ISSN 1405-0269. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/104/10412443009.pdf>

REYES, F. Eficacia de cuatro acaricidas sobre el ácaro Varroa destructor (Trabajo de titulación) (Veterinarios). Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú. 201981. pp. 1-9.

RIVAS, K. Diagnóstico de enfermedades y plagas que afectan a las colmenas de abejas (Apis mellífera) en comunidades de Darío (Trabajo de titulación) (Ingeniería Agronómica). Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Facultad Regional Multidisciplinaria. Nicaragua. 2016. pp. 1–53.

RUBIANO, M. Análisis virológico y epidemiológico del síndrome de despoblamiento de las colmenas en España: estudio de causas y consecuencias (Trabajo de titulación) (Doctor). Universidad Complutense de Madrid, Facultad de Veterinaria, Departamento de Sanidad Animal. Madrid-España. 2016. pp. 32-133. [Consulta: 10 de abril 2021]. Disponible en: <https://www.visavet.es/data/tesis/analisis-virolologico-epidemiologico-sindrome-despoblamiento-colmenas-espana.pdf>

RUEDA, G. Evaluación de dos métodos de tratamiento con ácido oxálico para el control de Varroa destructor en colonias de abejas Apis mellifera [En línea]. 2019, [consulta: 17 Julio 2021]. Disponible en: <https://www.extenapi@gmail.com>

SAG. Manual de Gestión Productiva-Sanitaria Y de Buenas Prácticas Apícolas. Chile: SAG 2018. pp. 5-46

SALAMANCA, G., OSORIO, M., & RODRÍGUEZ, N. Presencia e incidencia forética de Varroa destructor A. (Mesostigma: Varroidae) en colonias de abejas Apis mellifera (Hymenoptera: Apidae) en Colombia (Trabajo de titulación) (Zootecnista). Universidad del Tolima, Facultad de Ciencias, Campus Universitario Barrio Santa Elena parte Alta. Ibagué-Colombia. 2012. pp. 183–195.

SALAZAR, A. Control del Ectoparásito Varroa Destructor (Varroidae) en Apis Mellifera L. (Apidae) (Trabajo de titulación) (Zootecnista). Universidad Francisco de Paula Santander, Facultad de Ciencias Naturales y Exactas. Santander – Colombia. 2013. pp. 23–34. [Consulta: 12 de mayo 2021]. Disponible en: <https://doi.org/10.25100/rc.v17i1.495>

SAYADI, S., GÓMEZ, A., & ORANTES, F. Prioridades de investigación en la apicultura. viii Congreso Nacional de Apicultura (In Ars Pharmaceutica) [En Línea], 2016, (España), 57(3), pp. 37-49. [Consulta: 12 de mayo 2021]. ISSN 1842-131. Disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/311511049>

SEGREDO, S. Evaluación de diferentes metodos de aplicación de ácido fórmico en el control de varroa sp dentro de colonias de apis mellifera (Trabajo de titulación) (Ingeniero Agronomo). Universidad de la Republica, Facultad de Agronomía. Montevideo-Uruguay. 2018. pp. 11–13. [Consulta: 10 de septiembre 2021]. Disponible en: https://www.colibri.udelar.edu.uy/jspui/bitstream/20.500.12008/20687/1/TTS_BuenoMuñecasGabriel.pdf

STEVENSON, J. Dinámica de la población de Varroa destructor y comportamiento reproductivo de Apis mellifera tratadas con incineración de biomasa especies aromáticas (Trabajo de titulación) (Ingeniero Agronomo). Universidad Autonoma Agraria Antonio Narro (Unidad Laguna). División de Agronomia, Departamento de Horticultura. Torreón-Mexico. 2017. pp. 13-53. [Consulta: 1 de abril 2021]. Disponible en: <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/42617/JULIANSTEVENS ONVICTORIOMARROQUIN.pdf?sequence=1>

SUÁREZ, N. “Daño colateral en abejas por la exposición a pesticidas de uso agrícola”. *Ciencia Ergo Sum.* 14(1), (2018), (Mexico). pp. 232–240.

SUÁREZ, N. “Daño colateral en abejas por la exposición a pesticidas de uso agrícola”. *Ciencia Ergo Sum*. 14(1), (2018), (Mexico). pp. 232–240.

UAEM. “Ficha técnica de ácidos orgánicos”. *Analisis Pendapatan Dan Tingkat Kesejahteraan Rumah Tangga Petani*, 53(9), (2013), (España). pp. 2-7.

VALDÉZ, S. Determinación de la prevalencia de varroa (varroa destructor), y posibles factores de riesgo, en dos apiarios ubicados en la provincia de Pichincha-Ecuador (Trabajo de titulación) (Médico Veterinario y Zootecnista). Universidad de las Americas, Facultad de ciencias de la salud. Pichincha-Ecuador. 2013. pp 11-48. [Consulta: 25 de septiembre 2021]. Disponible en: <http://dspace.udla.edu.ec/bitstream/33000/2891/1/UDLA-EC-TMVZ-2013-07%28S%29.pdf>

VALLEJOS, L. EVALUACIÓN DE LA EFICACIA ACARICIDA DE DOS PRODUCTOS COMERCIALES SOBRE EL CONTROL DE Varroa destructor EN COLMENAS DE Apis mellifera DE LA COMUNA DE MELIPILLA, REGIÓN METROPOLITANA, CHILE (Trabajo de titulación) (Médico Veterinario). Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias, Escuelas de Ciencias Veterinarias. Santiago-Chile. 2018. pp. 5-44. [Consulta: 3 de abril 2021]. Disponible en: <https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/173201/Evaluación-de-la-eficacia-acaricida-de-dos-productos-comerciales-sobre-el-control-de-Varroa-destructor-en-colmenas-de-Apis-mellifera-de-la-comuna-de-Melipilla%2C-Región-Metropolitana%2C-Chile.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

VARGAS, L. Evaluación del ácido fórmico para el control de varroa destructor Anderson y Trueman en colonias de Apis melliferas (Trabajo de titulación) (Ingeniero Agronomo). Universidad Austral de Chile. Facultad de Ciencias Agrarias, Escuelas de Agronomía. Valdivia-Chile. 2003. pp. 36-98. [Consulta: 25 de septiembre 2021]. Disponible en: https://redgatro.fmvz.unam.mx/assets/manual_varroosis.pdf

VÁSQUEZ, R., ORTEGA, N., ALFREDO, M., & QUINTERO, D. “Mejora Apícola Con Zánganos Seleccionados”. Manual de apicultuta Apis mellifera [en línea], 2012, (Colombia) 9(3), pp. 5-100 [Consulta: 12 de octubre 2021]. ISSN 978-958. Disponible en: <http://bibliotecadigital.agronet.gov.co/bitstream/11438/8795/1/2-Manualtécnicodeapicultura.pdf>


Ing. Crishian Castillo





epoch

Dirección de Bibliotecas y
Recursos del Aprendizaje

UNIDAD DE PROCESOS TÉCNICOS Y ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO Y
DOCUMENTAL

REVISIÓN DE NORMAS TÉCNICAS, RESUMEN Y BIBLIOGRAFÍA

Fecha de entrega: 24/ 06 / 2022

INFORMACIÓN DEL AUTOR/A (S)
Nombres – Apellidos: <i>David Raúl Lara Zumba</i>
INFORMACIÓN INSTITUCIONAL
Facultad: <i>Ciencias Pecuarias</i>
Carrera: <i>Zootecnia</i>
Título a optar: <i>Ingeniero Zootecnista</i>
f. responsable: <i>Ing. Cristhian Fernando Castillo Ruiz</i>


DBRAI
Ing. Cristhian Castillo

