

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y
AMBIENTALES
CARRERA DE AGROPECUARIA



EFICIENCIA DE THYMOL PARA EL CONTROL DE *Varroa destructor* O. EN
ABEJAS MELÍFERAS (*Apis mellifera* L.) CAYAMBE

Trabajo de grado previa a la obtención del Título de Ingeniero Agropecuario

AUTORA:

Torres Carlozama Jessica Alexandra

DIRECTORA:

Doc. Julia Karina Prado Beltrán

Ibarra, 2025

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES CARRERA DE AGROPECUARIA

EFICIENCIA DE THYMOL PARA EL CONTROL DE *Varroa destructor* O. EN ABEJAS
MELÍFERAS (*Apis mellifera* L.) CAYAMBE

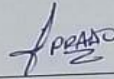
Trabajo de grado revisado por el Comité Asesor, por lo cual se autoriza su presentación como
requisito parcial para obtener Título de:

INGENIERA AGROPECUARIA

APROBADO:

Ing. Julia Karina Prado Beltrán. PhD.

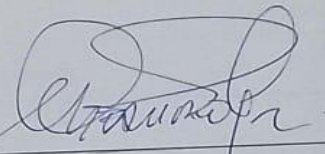
DIRECTORA



FIRMA

Ing. Miguel Alejandro Gómez Cabezas, MSc.

MIEMBRO TRIBUNAL



FIRMA



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

En cumplimiento del Art. 144 de la Ley de Educación Superior, hago la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO	
Cédula de identidad:	1004265896
Apellidos y nombres:	Torres Carlozama Jessica Alexandra
Dirección:	Urcuquí-Ecuador
Email:	jatorresc@utn.edu.ec
Teléfono fijo:	0981953473
DATOS DE LA OBRA	
Título:	EFICIENCIA DE THYMOL PARA EL CONTROL DE <i>Varroa destructor</i> O. EN ABEJAS MELÍFERAS (<i>Apis mellifera</i> L.) CAYAMBE
Autor:	Torres Carlozama Jessica Alexandra
Fecha de aprobación	18 de marzo 2025
Programa	<input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO
Título por el que opta	Ingeniería Agropecuaria
Director	Ing. Julia Karina Prado Beltrán. PhD.

2. CONSTANCIAS

El autor manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrollo, sin los derechos de autores terceros, por lo tanto, la obra es original y es el titular de los derechos patrimoniales, por lo que asume la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 18 días del mes de marzo del 2025

AUTORA:

Torres Carlozama Jessica Alexandra

CERTIFICACIÓN DE AUTORÍA

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Srta. **Torres Carlozama Jessica Alexandra**, bajo mi supervisión.

Ibarra, a los 18 días del mes de marzo de 2025



.....
Ing. Julia Karina Prado Beltrán. PhD.

DIRECTORA DE TESIS

CERTIFICACIÓN DIRECTOR DE TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR


Ibarra, a los 18 días del mes de marzo del 2025

Ing. Julia Karina Prado Beltrán. PhD.

DIRECTORA DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

CERTIFICA:

Haber revisado el presente informe final del trabajo de investigación curricular, mismo que se ajusta a las normas vigentes de la Universidad Técnica del Norte; en consecuencia, autorizo su presentación para los fines legales pertinentes.



Ing. Julia Karina Prado Beltrán. PhD.

C.C.: 1712818283.....

REGISTRO BIBLIOGRÁFICO

Guía: FICAYA-UTN

Fecha: Ibarra, a los 18 días del mes de marzo del 2025

Torres Carlozama Jessica Alexandra: EFICIENCIA DE THYMOL PARA EL CONTROL DE *Varroa destructor* O. EN ABEJAS MELÍFERAS (*Apis mellifera* L.) CAYAMBE

Universidad Técnica del Norte. Carrera de Ingeniería Agropecuaria. Ibarra, a los 18 días del mes de marzo del 2025, con 69 páginas.

DIRECTORA: Ing. Julia Karina Prado Beltrán. PhD.

El objetivo principal de la presente investigación fue: Evaluar la eficiencia del Thymol para el control de *Varroa destructor* O. en abejas melíferas *Apis mellifera* L. Cayambe.

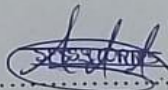
Entre los objetivos específicos se encuentran:

- Determinar la dinámica poblacional de las abejas *Apis mellifera* L. bajo los tratamientos en estudio.
- Comparar el efecto de aplicación de Thymol y presencia de reinas, en la incidencia de *Varroa destructor* O. con respecto al uso del ácido oxálico.



Ing. Julia Karina Prado Beltrán. PhD.

Directora de Trabajo de Grado



Torres Carlozama Jessica Alexandra

Autor

AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a todas las personas y entidades que han contribuido de alguna manera a la realización de esta tesis. En primer lugar, agradezco a mi director de tesis, Ing. Julia Karina Prado Beltrán. PhD. por su inestimable guía, apoyo y paciencia a lo largo de este proyecto. Su conocimiento y experiencia han sido fundamentales para la culminación exitosa de este trabajo. A mis profesores y compañeros de la facultad, gracias por los conocimientos compartidos y por las valiosas discusiones que enriquecieron mi formación académica. A mi familia, especialmente a mis padres, por su amor incondicional, apoyo constante y por creer en mí en todo momento. Su sacrificio y comprensión han sido una fuente constante de motivación y fuerza, a mi pareja por su amor incondicional, paciencia y motivación durante este largo camino donde sus palabras siempre fueron, lucha hasta el final. Finalmente, agradezco a la Universidad Técnica del Norte y a la Empresa Apícola Imbabura, al Sr. Laureano Carlosama por abrirme las puertas de la empresa y brindarme todos sus conocimientos junto con el Ing. Jefferson Reyes.

A todos ustedes, muchas gracias.

DEDICATORIA

Dedico esta tesis a mis padres Inés y Jorge quienes, con su amor, apoyo y sacrificio me han permitido llegar hasta aquí siendo mi inspiración y ejemplo de perseverancia y fortaleza. A mis hermanas Elena y Carolina por su constante apoyo y por creer en mí incluso en los momentos más difíciles. A mis amigos, que han estado a mi lado en cada paso de este camino, brindándome su cariño, comprensión y ánimo. Finalmente, pero no menos importante, dedico este trabajo a mí compañero de vida Roberto Salas que ha creído en mí y me ha motivado a alcanzar mis metas. Esta tesis es el fruto de su confianza y de sus invaluable consejos y motivación diaria.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

ÍNDICE DE CONTENIDOS	ix
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xii
ÍNDICE DE TABLAS	xiv
INDICE DE ANEXOS	xv
RESUMEN	xvi
CAPÍTULO I	1
1.1. Antecedentes	1
1.2. Problema de investigación	2
1.3. Justificación	3
1.4. Objetivos.....	4
1.4.1 Objetivo general.....	4
1.4.2 Objetivos específicos	4
1.5. Hipótesis o preguntas directrices	5
1.5.1 Hipótesis nula.....	5
1.5.2 Hipótesis alterna.....	5
CAPÍTULO II.....	6
MARCO TEÓRICO.....	6
2.1. La apicultura en el Ecuador	6
2.2. Abejas melíferas.....	6
2.2.1 Descripción de la colmena de <i>Apis mellifera</i> L.....	7
2.2.2 Organización de las abejas obreras en la colmena.....	9
2.2.3 Descripción del zángano de <i>Apis mellifera</i> L.....	10
2.2.4 Descripción de la reina de <i>Apis mellifera</i> L.	11
2.3. Salud y problemas sanitarios de las <i>Apis mellifera</i> L.	11

2.3.1	Parásito externo Varroa destructor O.....	12
2.3.2	Contaminación química	12
2.4.	<i>Varroa destructor</i> O. en <i>Apis mellifera</i> L.	12
2.4.1	Morfología de la Varroa destructor O.....	13
2.4.2	Varroa destructor O. hembra.....	14
2.4.3	Varroa destructor O. macho.....	14
2.4.4	Ciclo biológico de la Varroa destructor O.	15
2.4.5	Daños producidos por la Varroa destructor O.	17
2.4.6	Metodos para diagnosticar presencia de Varroa destructor O. en la colmena.....	17
2.4.7	Prevención y control de la Varroa destructor O.....	18
2.4.8	Tratamientos para control de Varroa destructor O.	20
2.5.	Efecto de la <i>Varroa destructor</i> O. en la producción de miel	21
2.5.	Marco legal	21
CAPÍTULO III.....		23
MARCO METODOLÓGICO.....		23
3.1.	Descripción del área de estudio	23
3.2.	Materiales y métodos	23
3.3	Métodos.....	24
3.3.1	Factores de estudio.....	24
3.3.2	Tratamientos	25
3.3.3	Diseño experimental	25
3.3.4	Características del experimento	25
3.3.5	Análisis estadístico.....	27
3.4	Variables a evaluar.....	27
3.4.1	Porcentaje de incidencia de Varroa destructor O.....	27
3.4.2	Caída de Varroa destructor O.	29

3.4.3 Vigor de la colmena.....	29
3.4.4 Dinámica poblacional de las abejas.....	30
3.5. Manejo del experimento	30
3.5.1 Selección de las colmenas infectadas con <i>Varroa destructor</i> O.....	30
3.5.2 División de las cámaras de cría en nuevos núcleos	30
3.5.3 Presencia de reina en la colmena	31
3.5.4 Instalación de las unidades experimentales	31
3.5.5 Aplicación de los productos.....	31
CAPÍTULO IV.....	33
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	33
4.1. Dinámica poblacional de las <i>Apis mellifera</i> L.	33
4.2. Caída de <i>Varroa destructor</i> O.....	36
4.3. Vigor de la colmena.....	38
4.4. Infestación de <i>Varroa destructor</i> O.	41
CAPÍTULO V.....	44
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	44
5.1. Conclusiones.....	44
5.2. Recomendaciones	44
CAPÍTULO VI.....	45
REFERENCIAS.....	45
ANEXOS	51

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 <i>Esquema general de la morfología externa de la abeja</i>	8
Figura 2 <i>Abejas obreras de la especie Apis mellifera L.</i>	9
Figura 3 <i>Zángano de Apis mellifera L.</i>	10
Figura 4 <i>Abeja reina de Apis mellifera L.</i>	11
Figura 5 <i>Características morfológicas de la Varroa destructor O.</i>	13
Figura 6 <i>Imagen de la Varroa destructor O. hembra</i>	14
Figura 7 <i>Imagen de la Varroa destructor O. macho</i>	14
Figura 8 <i>Ciclo biológico de la Varroa destructor O. por fases</i>	15
Figura 9 <i>Ciclo reproductivo de la Varroa destructor O.</i>	16
Figura 10 <i>MIP para control de ácaros Varroa destructor O. en colonias de abejas</i>	19
Figura 11 <i>Mapa base del área de estudio</i>	23
Figura 12 <i>Diseño experimental</i>	25
Figura 13 <i>Unidad experimental</i>	26
Figura 14 <i>Procedimiento para colecta de muestras de abejas</i>	28
Figura 15 <i>Instalación de lámina adhesiva</i>	29
Figura 16 <i>Vigor de la colmena</i>	29
Figura 17 <i>Número de abejas</i>	30
Figura 18 <i>Preparación de ácido oxálico</i>	32
Figura 19 <i>Resultados del número de abejas adultas presentes en cada monitoreo de un manejo sin reina.</i>	33
Figura 20 <i>Resultados del número de abejas adultas presentes en cada monitoreo de un manejo con reina.</i>	34
Figura 21 <i>Resultados del número de Varroa destructor O. caídas en cada monitoreo con un manejo sin reina</i>	36

Figura 22 <i>Resultados del número de Varroa destructor O. caídas en cada monitoreo con un manejo con reina</i>	37
Figura 23 <i>Resultados del número de cuadros en los diferentes monitoreos con un manejo sin reina</i>	39
Figura 24 <i>Resultados del número de cuadros en los diferentes monitoreos con un manejo con reina</i>	40
Figura 25 <i>Porcentaje de infestación por V. destructor O. en abejas Melíferas</i>	41

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 <i>Clasificación taxonómica de la abeja melíferas</i>	7
Tabla 2 <i>Materiales, equipos, insumos y herramientas a utilizar</i>	24
Tabla 3 <i>Tratamientos a utilizar en la investigación</i>	25
Tabla 4 <i>Características de la unidad experimental</i>	27
Tabla 5 <i>Análisis estadístico</i>	27
Tabla 6 <i>Niveles de infestación para Varroa destructor O.</i>	28

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1 <i>Cámaras de cría con piso sanitario</i>	51
Anexo 2 <i>Sobre de Timol</i>	51
Anexo 3 <i>Laminas adhesivas con</i>	52

EFICIENCIA DE THYMOL PARA EL CONTROL DE *Varroa destructor* O. EN ABEJAS MELÍFERAS (*Apis mellifera* L.) CAYAMBE

Jessica Torres

RESUMEN

La presencia del parásito externo *V. destructor* O. en las colmenas de abejas *A. mellifera* L. causa pérdidas de hasta el 50% de colmenas en la apicultura, por el daño ocasionado por *V. destructor* O. El objetivo de esta investigación fue evaluar la efectividad de thymol para control de *V. destructor* O. en tres dosis diferentes (12.5 g, 18.75 g, 25 g), en comparación con ácido oxálico, y manejo con reina. Las colmenas se establecieron en un diseño en bloques completos al azar con ocho tratamientos y tres bloques. Los resultados mostraron efecto en el porcentaje de incidencia de *V. destructor* O. en las colmenas, al utilizar thymol con una dosis de 25 g después de la aplicación del producto, evidenciando una disminución del 64.76% en los niveles de infestación, lo que indica una interacción con respecto al monitoreo y el manejo. Respecto a la caída de *V. destructor* O., se destacó una interacción entre el monitoreo, la presencia de la reina y el tipo de producto utilizado, donde el thymol mostró un impacto directo en la caída de *V. destructor* O. de 89.67 y 29.33 *V. destructor* O. caídas con y sin reina respectivamente mientras que al utilizar ácido oxálico la caída fue de 20.33 y 37 despectivamente. Para evaluar el vigor de la colmena, se contabilizó el número de panales con cría operculada, abejas adultas y cría tierna, observando un mayor incremento utilizando thymol con un manejo con reina con un incremento del 58.38% mientras que el ácido oxálico con reina fue de 37.5%. Además, se encontraron diferencias significativas entre las dosis de thymol y el ácido oxálico en diferentes monitoreos, la dinámica poblacional, determinada por el número de abejas adultas presentes en los cuadros, mostró como el manejo sin reina más thymol 12.5 g y thymol 18.75 con reina tienen mayor número de abejas con 11700 y 11515 abejas respectivamente.

Palabras clave: tratamiento, varroosis, colmena, ácaro, infestación.

“EFFICIENCY OF THYMOL FOR THE CONTROL OF *Varroa destructor* O. IN CAYAMBE MELIFER BEES (*Apis mellifera* L.)”

Jessica Torres

ABSTRACT

The presence of the external parasite *V. destructor* O. in the hives of bees *A. mellifera* L. causes losses of up to 50% of hives in beekeeping, due to the damage caused by *V. destructor* O. The objective of this research was to evaluate the effectiveness of thymol for the control of *V. destructor* O. in three different doses (12.5 g, 18.75 g, 25 g), compared to oxalic acid, and queen management. The hives were set in a randomized complete block design with eight treatments and three blocks. The results showed an effect on the percentage incidence of *V. destructor* O. In hives, when using thymol with a dose of 25 g after the application of the product, evidencing a 64.76% decrease in infestation levels, indicating an interaction with respect to monitoring and management. Regarding the fall of *V. destructor* O., an interaction between monitoring, queen presence and the type of product used was highlighted, where thymol showed a direct impact on the fall of *V. destructor* O. of 89.67 and 29.33 *s destroyer* O. *falls* with and without queen respectively while when using oxalic acid, the fall was 20.33 and 37 derogatorily. To evaluate the vigor of the hive, the number of combs with capped brood, adult bees and tender brood was counted, observing a greater increase using thymol with a queen management with an increase of 58.38% while oxalic acid with queen was 37.5%. In addition, significant differences were found between the doses of thymol and oxalic acid in different monitoring, the population dynamics, determined by the number of adult bees present in the tables, showed how the management without queen plus thymol 12.5 g and thymol 18.75 with queen have a greater number of bees with 11700 and 11515 bees respectively.

Keywords: treatment, varroosis, hive, mite, infestation.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1. Antecedentes

En la actualidad la actividad apícola se implementa frecuentemente en varias zonas del mundo, la abeja *Apis mellifera* L, es una especie de abeja melífera, es decir, que produce miel, son ampliamente distribuidas en todo el mundo, incluyendo América del Norte, Europa, África y Asia; son conocidas por su importancia en la polinización de cultivos y plantas silvestres, lo que la convierte en una especie de gran interés ecológico y económico (Yániz et al., 2017).

La crianza y cuidado de las abejas representa un alto nivel de importancia dentro de la preservación de los ecosistemas porque son la especie que garantiza la sustentabilidad de la vida en el planeta. La actividad apícola ha permitido generar un desarrollo integral para la vida vegetal, animal y humana, por lo que los seres humanos han creado la apicultura como un mecanismo de preservación y beneficio económico (Vásquez et al., 2016).

Según el registro del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG, 2018), menciona que existen 1760 apicultores en 23 provincias del país, contando con 19155 colmenas de abejas en producción de miel, propóleos, polen y cera para su comercialización, dichas actividades apícolas son desarrolladas por apicultores a grandes y pequeñas escalas, en el cual más del 70% de apicultores cuentan con un mínimo de 1 a 10 colmenas siendo estos considerados como pequeños apicultores.

Según el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC, 2021) la producción de miel en el país fue de aproximadamente 4427 toneladas en 2020, se produjeron alrededor de 194 toneladas de cera de abejas, 5 toneladas de propóleo y 10 toneladas de jalea real en el mismo año, estas materias primas permiten una dinamización de la economía y a su vez una preservación de la especie sin embargo esta suele verse amenazado por diversos factores entre ellos, el parásito externo denominado *Varroa destructor* O. que afecta directamente a las abejas ocasionando disminución de la población y la producción de miel (Masaquiza et al., 2021).

Un estudio realizado por Calderón et al. (2014) menciona la efectividad del Apiguard con una formulación de ácido fórmico y thymol respectivamente en una presentación en gel, para control de *V. destructor* O. en el cual se utiliza un sobre de 25 g aplicado sobre una lámina de cartulina a su vez colocado en los marco de la cámara de cría, aplicando la misma dosis en los días 1 y 15 respectivamente, con un total de 30 g en un período de 30 días, finalmente se encontró una efectividad del 90% de control.

Además, un estudio realizado por Pietropaoli et al. (2021) evidencia a través de un estudio experimental realizado, el tratamiento con 12.5 g de Apiguard y ácido oxálico con la presencia de la reina como parte de una actividad complementaria permitió incrementar la eficiencia del acaricida hasta un 96.40% por lo que evidencia la viabilidad de este tipo de técnica para controlar la *V. destructor* O.

Por otro lado, los compuestos químicos de origen natural como es el ácido fórmico y thymol registra una efectividad del 85% y 63% respectivamente con respecto al control de *V. destructor* O. en *A. mellifera* L. (Fernández Chaguay, 2022).

1.2. Problema de investigación

En la actualidad, la plaga de *V. destructor* O. se ha ido distribuyendo y es cada vez más común en los apiarios del mundo (Punina Gallegos, 2022).

Según los datos obtenidos, desde el año 1992 se evidencia la presencia de esta plaga por primera vez, posteriormente se despliega por toda América hasta llegar a Ecuador, perjudicando a las abejas con la muerte de cientos de su especie, afectando la producción y calidad de la mie. En la actualidad, más del 50% de las colonias de abejas son afectadas por *V. destructor* O. según un estudio realizado en Estados Unidos en 2019. En Europa, la situación es similar, donde se estima que entre el 25% y el 35% de las colonias de abejas están infestadas con *V. destructor* O. (Oxalika, 2022) el mayor daño que produce la plaga de *V. destructor* O. es la reducción del periodo de vida de la abeja y por lo tanto cuenta con menos individuos para la recolección de néctar y transformación en miel, disminuyendo las abejas y debilitando la producción del panal (Calderón et al.,2014).

Mientras tanto los apicultores buscan mejorar la eficiencia de los productos apoyando con diferentes manejos entre ellos el uso del enjaula miento de reina obteniendo un bloqueo artificial de la cría cortando así el ciclo de reproducción de la *V. destructor* O. (Pietropaoli et al., 2021).

El uso de plaguicidas para el control de *V. destructor* O. debe ser utilizado con conocimiento previo para evitar la contaminación de la miel por los residuos químicos del tratamiento, el inadecuado uso de plaguicidas y el desconocimiento de las personas en el manejo de los apiarios ha generado que se expanda e intensifique las plagas en las colmenas por lo que el 90% aplica estrategias empíricas o realiza practicas experimentales para el control de *destructor* O. provocando un déficit en la calidad de la miel (Paredes Rodríguez, 2018).

Según Alvarez López (2016) manifiesta que el uso de plaguicidas debe ser realizado con un estudio y evaluación previa a las características de la abeja y localización de la colmena, ya que de esta dependerá el tratamiento aplicarse.

Por otro lado, se debe considerar los efectos en la salud humana al consumir una miel de baja calidad con residuos de plaguicidas o mal procesada puede causar enfermedades neurológicas y respiratorias (Gallego y Arenas, 2015).

Cabe recalcar que los efectos ocasionados por *V. destructor* O. afecta la producción de miel, por ende, sus derivados por lo cual al menos el 4.8% de los productos derivados de la miel se encuentran contaminados por los productos utilizados para controlar esta plaga esto conlleva a la disminución de la calidad de los productos, la población de abejas y colmenas (Fernández Chaguay, 2022).

1.3. Justificación

La variedad de productos para el control de *V. destructor* O. es diversificada en el mercado existen alternativas tanto naturales como químicas. Sin embargo, Reyes et al. (2020) mencionan que no existe un tratamiento que elimine al 100% la *V. destructor* O. en las colmenas infectadas, enfatizando que el uso de los plaguicidas debe ser acorde a la situación y contexto de donde se sitúan las colmenas, ya que una mala ejecución de control de la plaga por ácaros puede contaminar y generar residuos en la miel, ocasionando afecciones a la salud humana.

El thymol se utiliza como un tratamiento de contacto, lo que significa que se aplica directamente en la colmena en forma de tiras o solución. El compuesto tiene propiedades antimicrobianas y repelentes que pueden ayudar a eliminar la *V. destructor* O. adulta y reducir la población de *V. destructor* O. en la colmena (Itzá et al., 2007). Otro tratamiento común para la *V. destructor* O. es el enjaulamiento de reinas, se captura a la reina y se la mantiene en una jaula durante varios días, en este tiempo las abejas obreras de la colmena continúan realizando su trabajo normalmente, sin contar con nueva cría en la colmena. Sin la presencia de nueva cría, la población de *V. destructor* O. disminuye naturalmente, ya que las *V. destructor* O. necesitan cría para sobrevivir (Díaz et al., 2019).

La aplicación de productos para control de *V. destructor* O. junto con técnicas experimentales como la presencia y ausencia de la reina para mejorar efectividad del acaricidas siendo los acaricidas orgánicos los que representan resultados bajos o nulos en efectos sobre la colonia de

abejas, es decir, no perjudica a la colmena y sin dejar residuos en la miel, logrando ser una alternativa orgánica en el área apiaria del país (Silva Monsalve, 2006).

El estudio permite detallar paso a paso el uso del ácido oxálico y el thymol como plaguicidas, al igual que la presencia de la reina. Por lo tanto, se detallará: el protocolo de preparación de las colmenas, proceso de presencia de la reina, dosificación de producto, evaluación, análisis de efectos, etc. De esta manera se brinda una solución a los pequeños apicultores del país, haciendo uso de la información para poder controlar la plaga por *V. destructor* O. en las abejas *A. mellifera* L, aplicándose en los apiarios de Cayambe como ejemplo de una investigación experimental, promoviendo un desarrollo ambiental y económico para los apiarios del país.

Por lo cual el presente estudio plantea la evaluación y estudio de la eficacia en la aplicación del thymol como alternativa para el control de la plaga *V. destructor* O. desarrollando un mecanismo desde la investigación y evaluación previa de los apiarios participantes en el estudio: Cayambe, esto con el fin de reflejar un tratamiento adecuado y como guía para una apropiada dosificación de thymol y ácido oxálico en cada colmena, preparación de la presencia de reina, evaluación de *V. destructor* O. Por medio de este procedimiento se podrá comprobar o no la hipótesis planteada sobre la eficiencia del thymol como un mecanismo de control de la *V. destructor* O.

1.4. Objetivos

1.4.1 Objetivo general

Evaluar la eficiencia del thymol para el control de *Varroa destructor* O. en abejas melíferas *Apis mellifera* L. Cayambe.

1.4.2 Objetivos específicos

- Determinar la dinámica poblacional de las abejas *Apis mellifera* L. bajo los tratamientos en estudio.
- Comparar el efecto de aplicación de thymol y presencia de reinas, en la incidencia de *Varroa destructor* O. con respecto al uso del ácido Oxálico.

1.5. Hipótesis o preguntas directrices

1.5.1 Hipótesis nula

El uso de thymol y la presencia de reinas no muestra un efectivo control del parásito de la *Varroa destructor* O. en las abejas melíferas *Apis mellifera* L.

1.5.2 Hipótesis alterna

Al ser el thymol una de las sustancias mencionadas por Fernández Chaguay (2022) con acción sobre la *Varroa destructor* O. además de su fácil evaporación y adherencia, se espera que al menos exista un 70% de efecto positivo para el control de *Varroa destructor* O. en abejas melíferas *Apis mellifera* L.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. La apicultura en el Ecuador

La apicultura es una técnica ancestral que forma parte de la historia de la humanidad, los conocimientos con respecto al manejo de colmenas se han ido transmitiendo de generación en generación. Actualmente la apicultura es denominada como una técnica dedicada al cuidado de las colmenas de las abejas, en la que conlleva varias actividades como: la aplicación de procesos no agresivos para la obtención de la miel u otros productos y polinización de cultivos (Masaquiza et al., 2023).

La actividad apícola se ha extendido por todo el mundo, debido a la adaptabilidad de las abejas a los diferentes pisos climáticos. Según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, 2021) menciona que las abejas son las principales polinizadoras de la producción alimenticia con un 71% de representatividad. Por lo tanto, el sector apiario contribuye en grandes cantidades, es una de las actividades más importantes dentro de los procesos agrícolas y alimenticios que fomentan la seguridad alimentaria para la población.

El Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG, 2015), mencionó en un estudio que el Ecuador posee las condiciones climatológicas para el desarrollo apícola, esto debido a la diversidad de cultivos en los diferentes ecosistemas del país. Por lo que, permite una mayor producción de apiarios y con ello la generación de un desarrollo integral tanto ambiental como económico, ya que la producción realizada en los apiarios permite atender la demanda del mercado al solicitar varios productos derivados.

2.2. Abejas melíferas

Las abejas de miel conocidas como *Apis mellifera* L. son insectos denominados Himenópteros, debido a que poseen cuatro alas membranosas, este tipo de abejas se les conoce como parte del grupo social organizado debido a que vive en colonias de miles de ejemplares en donde son divididos por tareas a realizar dentro de la colmena (Chávez, 2015).

Pertenecen a la familia Apidae encargadas de producir miel, su alimentación está basada en el polen y néctar de las flores, realizando un proceso de polinización, ya que el polen se adhiere al cuerpo de la abeja mediante el vuelo a diferentes flores genera la fecundación de las mismas,

la especie de esta abeja ha logrado colonizar y establecerse en más de 20 países por el mundo, en la actualidad se le conoce como la abeja domesticada (Guzmán et al.,2021).

En la tabla 1 podemos constatar la clasificación taxonómica de las abejas.

Tabla 1

Clasificación taxonómica de la abeja melíferas

Reino	Animalia
Filo	Arthropoda
Clase	Insecta
Orden	Hymenoptera
Familia	Apidae
Género	Apis
Especie	<i>Apis mellifera</i> Linnaeus

2.2.1 Descripción de la colmena de *Apis mellifera* L.

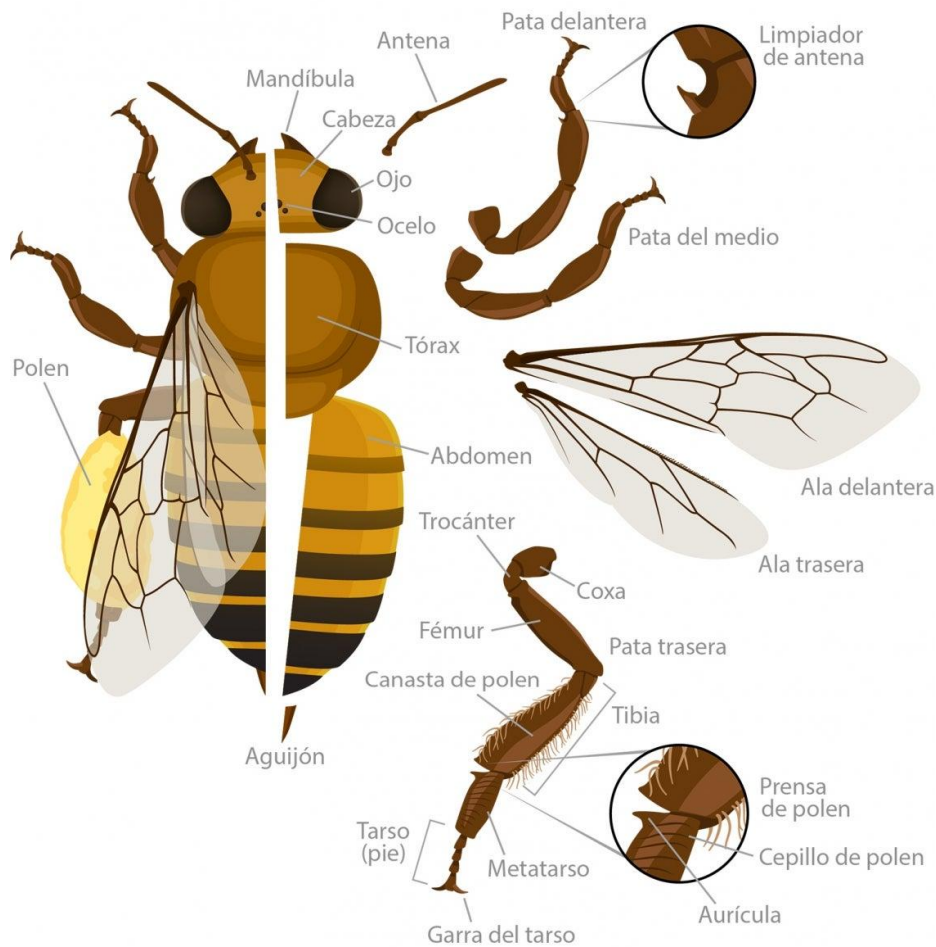
La colmena es el habitáculo de las abejas, es decir, donde habitan el enjambre de abejas. En este lugar se encuentra la reina, zánganos y obreras en el que realizan diferentes actividades como: poner huevos para asegurar el recambio de abejas en la población dentro de la colmena, cuidar las crías, producir feromonas para la cohesión de la colonia, realizar diferentes funciones de manera secuencial para el cuidado y mantenimiento de su especie, producen miel, transformación del polen que recogen, crean colonias, etc. Existen dos tipos de colmenas clasificadas entre (Besora Magem, 2015).

- Las rústicas que son las comúnmente vistas en hábitats naturales, constituidas en los huecos de árboles, grietas de rocas y donde encuentren oportuno acentuarse, para la manipulación y cosecha de miel de este tipo de colmena tienden a ser peligroso según la ubicación, al igual que a la hora de la cosecha existe la posibilidad de perder las crías y la calidad de la miel se baja debido a la mezcla de polen con las crías y cenizas.

La abeja está constituida por tres partes: cabeza, tórax y abdomen como se muestra en la Figura 1.

Figura 1

Esquema general de la morfología externa de la abeja



Fuente: Underwood y López (2023).

- Las racionales que son construidas por el ser humano para albergar el enjambre de abejas en el que ha creado dos tipos de colmenas: La colmena fija en la que existen los cuadros hechos por las abejas dentro de la colmena pegada a sus paredes, esta técnica ya no es tan utilizada debido a que no se puede mover por ende no permite una inspección de la colmena dificultando el proceso de extracción de la miel, estresando a las abejas. Por otro lado, la colmena móvil presenta unos cuadros móviles en los cuales se sitúan los cuadros permitiendo un mejor trato para las abejas y extracción de miel de manera eficiente, este tipo de colmena es el usualmente utilizado en los apiarios.

Las características de colmenas racionales deben tener: un espacio por abeja de 9 mm, fácil extracción y revisión de la miel sin perjudicar a la abeja, cierre hermético, permitir cera

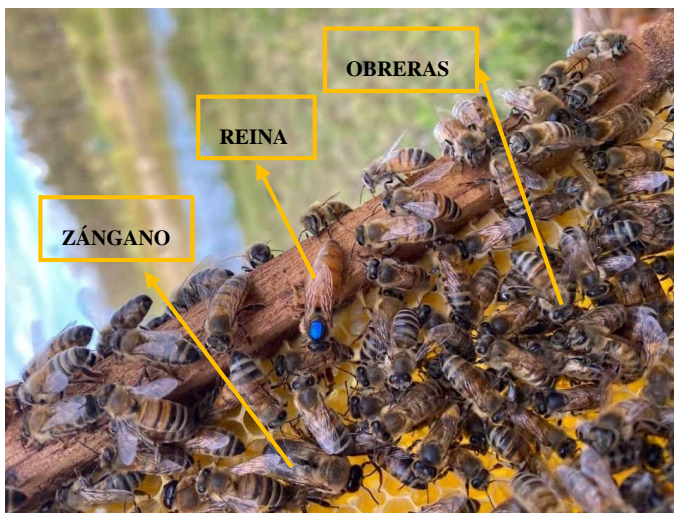
estampada, facilidad de uso en el remplazo de los cuadros, evitar que las abejas trabajen en exceso, sus partes deben ser lo más exactas posibles para poder intercambiar de colmena, coste de moderación (Vásquez y Sangerman, 2021).

2.2.2 Organización de las abejas obreras en la colmena

Las abejas obreras se distinguen por ser aquellas hembras infértiles de la colonia debido a que sus sistemas reproductores no son funcionales, su tamaño se distingue ante la reina puesto que son de menor tamaño, en una colmena se pueden encontrar hasta 70 000 abejas, la longevidad de estas abejas depende del clima llegando a vivir de 4 a 5 semanas en primavera y verano y en invierno de 90 a 120 días. A lo largo de su vida desempeñan varias funciones de manera secuencial relacionadas a su edad y las necesidades de la colonia (Farouk y Sepúlveda, 2018). Las abejas obreras se distinguen de la reina y el zángano por el tamaño como se muestra en la Figura 2.

Figura 2

Abejas obreras de la especie Apis mellifera L.



A continuación, se describen las tareas que cumplen las abejas dentro de la colmena denominándolas como polietismo temporal (Granda Ojeda, 2017).

- a) **Constructoras.** Son las encargadas de la construcción de los cuadros o panales con cera producida por ellas mismas.
- b) **Guardianas.** Encargadas de proteger a la colmena, su misión es evitar la entrada de otros insectos u otras abejas que no pertenezcan a su colmena.
- c) **Pecoreadoras.** Recolectan polen, agua, néctar y propóleo, su almacenamiento lo realizan en las patas y estómago.

- d) **Exploradoras.** Exploran nuevos lugares para la recolección de alimento o a su vez la adaptación de nuevas casas, comparten la información con la colmena por medio de una danza característica.
- e) **Nodrizas.** Alimentan a las pequeñas larvas con la mezcla de miel y polen.
- f) **Aseadoras.** Limpian la colmena, eliminando cualquier objeto extraño que se encuentre dentro de la colmena.
- g) **Ventiladoras.** Mantienen una temperatura estable dentro de la colmena a través de la ventilación que emite el movimiento de sus alas para mantener una temperatura de 34 a 36 °C.

2.2.3 Descripción del zángano de *Apis mellifera* L.

Este tipo de abeja se origina de un huevo no fecundado por lo que su dotación genética se le denomina Haploide (con la mitad de los cromosomas que el resto), su tamaño es mayor a las abejas obreras. Son los únicos machos de la colonia encargados de la fecundación de la reina (Simbaña Chorlango, 2015). Su cuerpo es grueso y pesado, tienen un abdomen corto, sus ojos de gran tamaño, cerebro menos desarrollado que las demás abejas, su lengua es corta, tiene dificultades para alimentarse por sí solo, carece de aguijón como se muestra en la Figura 3, no realiza actividades internas ni externas, al fecundar a la reina muere debido a que en el vuelo nupcial se desprenden sus órganos genitales por la finalización de la cópula (Vásquez et al., 2021).

Figura 3

Zángano de *Apis mellifera* L.



2.2.4 Descripción de la reina de *Apis mellifera* L.

Es la única hembra fecundada en la colmena, siendo el centro y vida de la familia de abejas. Su función principal es poner huevecillos que aseguren la supervivencia de la colmena, siendo la única con esta capacidad, mediante la producción de feromonas fomenta la cohesión de la colonia, si se llegase a morir la reina la colonia se verá obligada a crear otra, caso contrario podrían correr el riesgo de morir la colmena (Guzmán et al., 2021).

La abeja reina se identifica por: abdomen más largo que sus alas, cabeza acorazonada y patas largas a comparación de las demás abejas como se muestra en la Figura 4, es la única hembra fértil en la colonia, la reina es el habitante más longevo distinguiéndose por su color según los años, puede llegar a vivir hasta 5 años, controla la población por medio de feromonas reales, ovo posita 2000 a 3000 huevos por día, tiene aguijón, pero solo la utiliza para pelear con otras abejas. El desarrollo de la reina yace desde su nacimiento al alimentarla con jalea real, las celdas donde habita tienen posición vertical con un diámetro de 0.9 cm y largo de 1.5 a 2.5 cm (Jiménez Aguilar, 2013).

Figura 4

*Abeja reina de *Apis mellifera* L.*



2.3. Salud y problemas sanitarios de las *Apis mellifera* L.

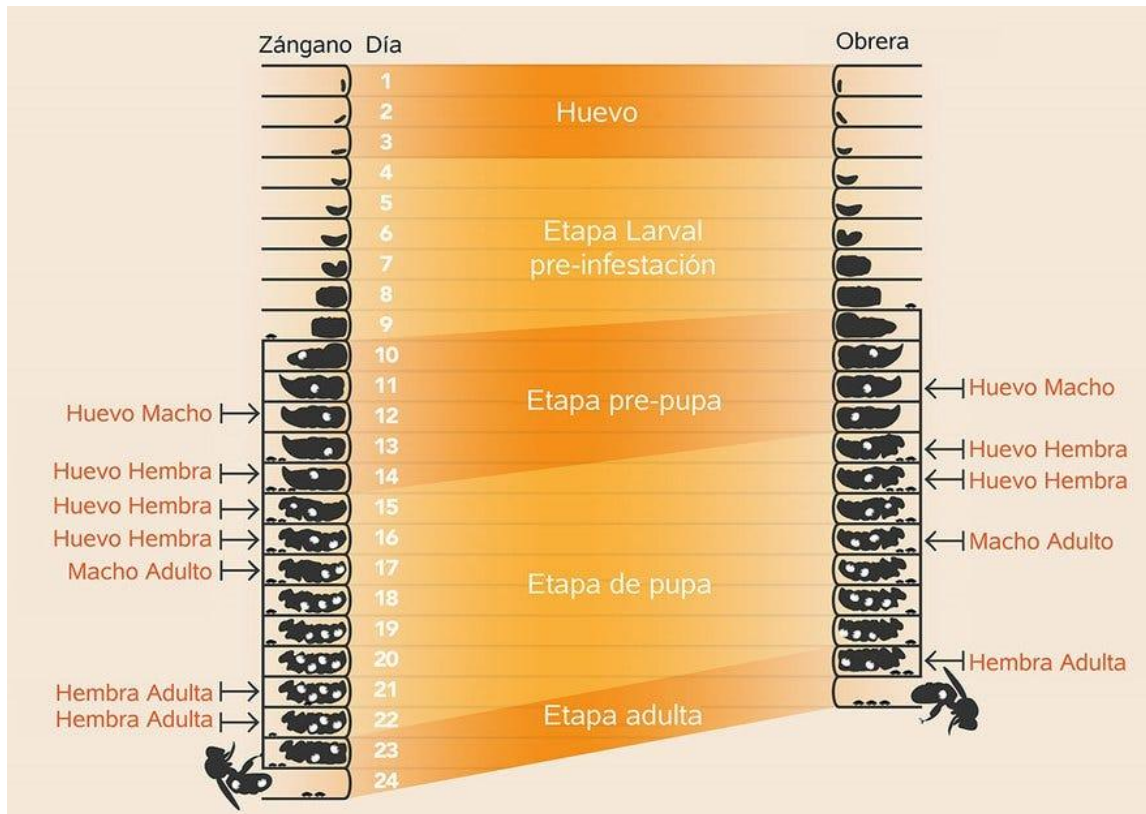
La salud de las abejas es crucial para la supervivencia de las colonias y su capacidad para producir miel, polinizar cultivos y mantener la biodiversidad en los ecosistemas. Al igual que otras especies, las abejas pueden verse afectadas por una variedad de problemas de salud, entre los que se incluyen (Arteaga Santos, 2022).

2.3.1 Parásito externo *Varroa destructor* O.

Es un parásito externo que se adhiere al cuerpo de las abejas y se alimenta de su sangre. La *V. destructor* O. puede debilitar y matar a las abejas, al igual que transmite virus, lo que puede afectar su salud.

Figura 5

Reproducción de Varroa destructor O. en pupas



Fuente: Underwood y López (2023).

2.3.2 Contaminación química

Las abejas pueden verse afectadas por la contaminación química de los pesticidas y otros productos químicos que se utilizan en la agricultura. Estos productos debilitan a las abejas, dañan su sistema nervioso y afectan su capacidad para reproducirse y polinizar los cultivos.

2.4. *Varroa destructor* O. en *Apis mellifera* L.

El ácaro *V. destructor* O. fue descrito por primera vez por Oudemans en 1904 en una isla llamada Java (Indonesia). En 1912 el científico H. Buttell R. profundizó en el tema describiendo a través de su investigación diferentes ácaros en ninfas de zánganos. En 1967 a 1982 se propagó este ácaro en los continentes de Europa y África (Vásquez et al., 2021). En 1971 se importaron

abejas desde Japón para producción por lo que se dispersó el ácaro a todo el continente americano. En la actualidad la *V. destructor* O. se encuentra por todo el mundo (Martínez et al., 2011).

El ácaro afecta directamente a las abejas en: la pérdida de miembros en la colmena hasta de un 50%, baja la calidad de la producción de miel hasta en un 65%, cuando el grado de infestación es grande dentro de la colmena las crías de las abejas llegan a presentar malformaciones en sus alas, abdomen, patas y tórax, las abejas desarrollan enfermedades bacterianas (Vásquez et al., 2021).

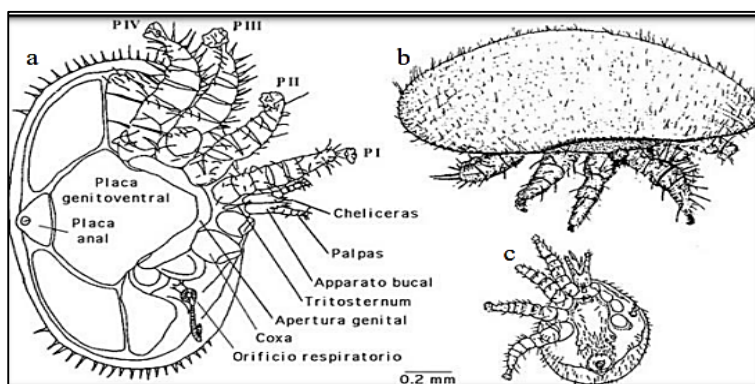
Las afectaciones por *V. destructor* O. son varias, sin embargo, se ha denotado que los ácaros cada vez son más tolerantes a los acaricidas, por lo que los productos químicos y naturales no tienen una efectividad del 100% para lo cual se busca productos con un porcentaje alto en eficiencia para el control de la *V. destructor* O. (Martínez et al., 2011).

2.4.1 Morfología de la *Varroa destructor* O.

La varroosis es una enfermedad causada por el ácaro externo denominado *V. destructor* O. afectando a las abejas de la colmena como: reina, obreras y zánganos. Este ácaro se encuentra comúnmente en el abdomen y las partes externas de la abeja, suele ser visible ya que se les encuentra incrustadas en diferentes partes del cuerpo, se las puede distinguir entre hembra o macho según su tamaño y forma al igual que por su color, los ácaros no cuentan con antenas y mandíbulas y son hexápodos en estado de larvas como se muestra en la Figura 5 (Gallegos y Arenas, 2015).

Figura 5

Características morfológicas de la *Varroa destructor* O.



Fuente: Gallegos y Arenas, (2015)

2.4.2 *Varroa destructor* O. **hembra**

Las características de las hembras son: miden 1.1 mm, se distingue por ser más grande que el macho, su cuerpo es ancho, posee pelos en la superficie dorsal, su color es castaño, en un estado joven es menos acentuada, los quelíceros tienen forma de cuchillo que permite lacerar la cutícula de las abejas, sus patas se adaptan y adhieren a las abejas, no posee uñas y posee 4 pares de patas como se muestra en la Figura 6 (Gallegos y Arenas, 2015).

Figura 6

Imagen de la Varroa destructor O. hembra



Fuente: Zachary (2014).

2.4.3 *Varroa destructor* O. **macho**

El macho suele medir 0.9 mm, su color es castaño, tiene forma globular, posee 4 pares de patas, es muy poco esclerotizado, sus patas resultan más oscuras que su cuerpo como se muestra en la Figura 7, se encuentra comúnmente dentro de las celdas con cría de las abejas, no se alimentan, tienden a vivir pocos días, sus quelíceros se distinguen por tener forma de tubo esto debido a que transfieren los espermatozoides a las hembras (Gallegos y Arenas, 2015).

Figura 7

Imagen de la Varroa destructor O. macho



Fuente: Zachary (2014).

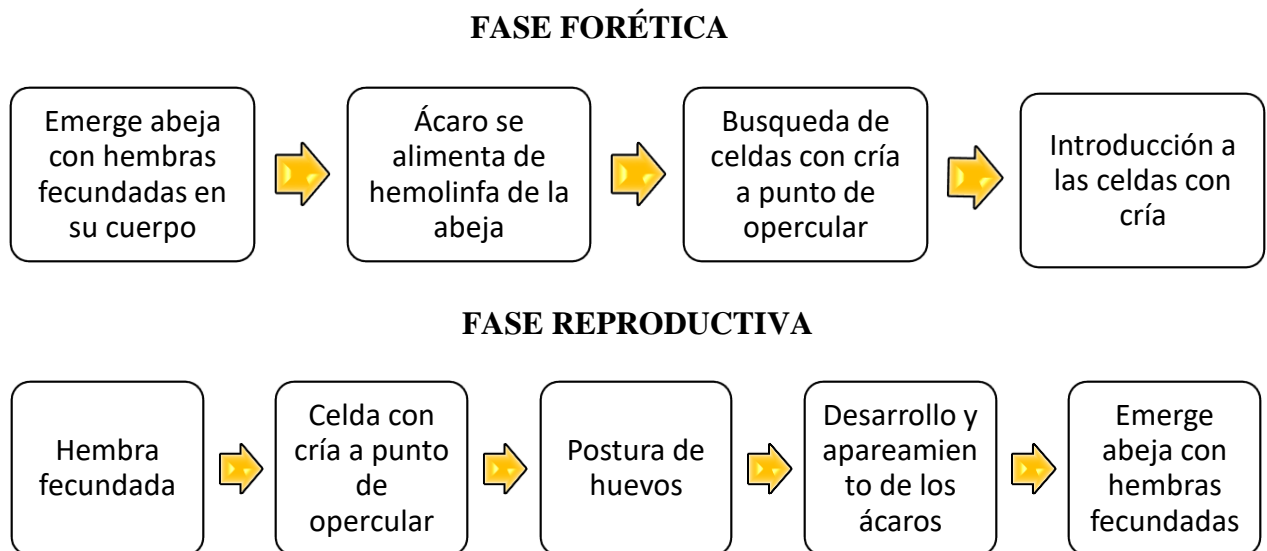
2.4.4 Ciclo biológico de la *Varroa destructor* O.

El estudio de los aspectos biológicos sobre el parásito de la *V. destructor* O. permite analizar desde una perspectiva científica el ciclo de nacimiento, crecimiento, reproducción y muerte. Este ciclo permite conocer como interactúa el parásito desde sus inicios hasta su desarrollo. La evaluación de este proceso permite registrar los comportamientos y con ello generar estrategias que garanticen el control del ácaro o a su vez la exterminación total de la *V. destructor* O. (Mendoza et al., 2018).

El parásito de la *V. destructor* O. afecta tanto a crías como abejas adultas, por medio de su adhesión a la abeja esta puede llegar a introducirse dentro de un cuadro, utilizando a las abejas como un vehículo de transporte, comúnmente son los zánganos los más infestados siendo aquellos que entran fácilmente a las colmenas. El ciclo biológico del ácaro en su etapa adulta se divide en: primera fase forética, segunda fase reproductiva como se muestra en la Figura 8 (Smith-Fúquene, 2019).

Figura 8

Ciclo biológico de la Varroa destructor O. por fases



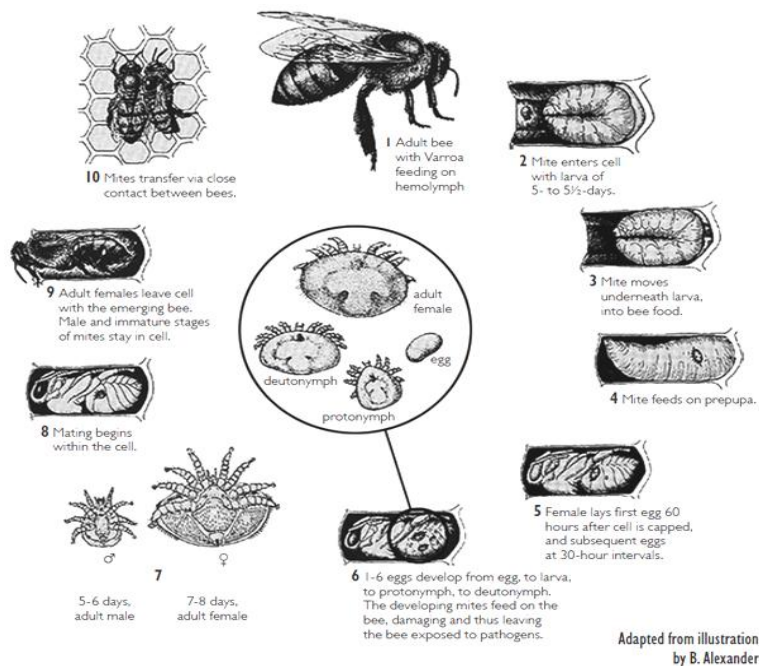
La progresión del parásito en la colonia comienza cuando se empieza a reproducir, iniciando en las celdas de la cría pueden ser de las abejas obreras o zánganos. En la fase forética el parásito se alimenta de la abeja adulta, mientras que en la fase reproductiva el parásito se origina dentro de la celda de la cría. En el estudio realizado (Gallego y Arenas, 2015). Analiza el proceso de ciclo vida y reproducción de la *V. destructor* O. en el que describe el siguiente proceso:

La hembra fértil del ácaro inicia el ciclo biológico al entrar (una sola o varias) en la celda. Una vez en el interior se aloja en el alimento de la larva y se mantiene inmóvil hasta que esta lo consume, luego succiona la hemolinfa de la pupa y pone su primer huevo que dará origen a un ácaro macho, cuando esto sucede ya han transcurrido entre 60 a 70 horas de su ingreso a la celda; 30 horas más tarde pone otro huevo que dará origen a una *V. destructor* O. hembra, y a partir de este momento continuará su postura cada 30 horas con huevos que darán origen a *V. destructor* O. hembras. Si solo ingresó a la celda una hembra, una vez que el macho alcanza la madurez sexual fecundará a sus hermanas, quienes conservan el esperma en la espermateca como se muestra en la Figura 9 (Salamanca et al., 2012).

Luego de la cópula el macho muere, al igual que las hembras inmaduras una vez que nace la abeja adulta. En la hembra el ciclo de huevo a adulto es de ocho a nueve días, mientras que en el macho es de seis a siete días. Una hembra de *V. destructor* O. fecundada puede poner hasta cinco huevos en las celdas de obreras y hasta siete en las de zánganos. Cuando la obrera o zángano han completado su desarrollo, emergen de la celda de cría juntamente con las hembras de *V. destructor* O. pueden recomenzar el ciclo y producir una infestación (Salamanca et al., 2012).

Figura 9

Ciclo reproductivo de la Varroa destructor O.



Fuente: Zachary (2014).

2.4.5 Daños producidos por la *Varroa destructor* O.

La *V. destructor* O. en las abejas *Apis mellifera* L. causan múltiples tipos de daño. Según el estudio realizado Fernández Chaguay (2022) en el que analiza los métodos de control para el ácaro menciona que los daños que ocasiona este parásito son muy graves, sin un control puede llegar a exterminar colmenas completas. Por lo que, menciona que los daños son de manera directa e indirecta.

De manera directa menciona que el parásito se alimenta de las hemolinfas de las abejas y de sus larvas, producen cambios en su sistema inmunitario, las abejas que nacen con el ácaro tiende a sufrir mal formaciones en su cuerpo, presentan cambios de comportamientos en relación a otras abejas sanas del panal, disminuye su esperanza de vida, peso corporal, no poseen resistencia ante otras enfermedades, en algunas ocasiones la cría infestada no llega a nacer, disminuye la producción y calidad de la miel, dañan la colmena (Subía-Valdez, 2020).

De manera indirecta la *V. destructor* O. puede estar en la colmena sin que la perciban, cuando pasa un tiempo moderado podría generar un colapso, si existen de 3 a 5 ácaros por cada 100 abejas puede ser algo dañino para a supervivencia de las abejas (Subía-Valdez, 2020).

2.4.6 Metodos para diagnosticar precencia de *Varroa destructor* O. en la colmena

Para saber si es necesario aplicar tratamiento para el control de *Varroa destructor* O. se debe realizar un diagnóstico que determine el nivel de infestación en el apiario, se procede a realizar una ficha de observación para determinar si presentan algunos daños causados de manera indirecta la *V. destructor* O. puede estar en la colmena sin que la perciban, cuando pase un tiempo moderado podría generar un colapso, si existen de 3 a 5 ácaros por cada 100 abejas puede ser algo dañino para a supervivencia de las abejas, ya que genera un plaga que puede acabar con toda la colmena (Subía-Valdez, 2020).

Si estos aún no son perceptibles se procede a recoger una muestra del panal de cría para empezar con un procedimiento de evaluación y determinar el grado de infestación (Vásquez y Vargas, 2016).

Por lo general, se sugiere realizar un diagnóstico dos veces al año, esto puede ser mediante la selección de una muestra del 15% de la colonia que se encuentre al extremo del apiario. El fin de esta muestra será para poner a prueba los diferentes tipos de diagnóstico y con ello recolectar la información necesaria para la toma de decisiones (Vásquez y Vargas, 2016).

2.4.7 Prevención y control de la *Varroa destructor* O.

Existen varios tipos de enfermedades que afectan directamente a las abejas *Apis mellifera* L. es por eso por lo que los apicultores deben aprender a reconocer algunas enfermedades para poder cuidar de ellas y de su producción, al tomar en cuenta la prevención y control especialmente de enfermedades, plagas, las colonias pueden llegar a desaparecer y representar pérdidas económicas.

Las enfermedades de las abejas se clasifican entre aquellas que afectan desde una etapa inicial como desde la cría o en etapa adulta cuando la abeja esta grande. Las enfermedades se subdividen son etiológicas, es decir, afectan en cualquier etapa de la vida de la abeja causando enfermedades como: enfermedades virales, parasitarias, bacterianas y fungales (Fernández Chaguay, 2022).

El análisis de los métodos de control para la *V. destructor* O. han sido varios, ya que afecta a una especie de abejas que habita por todo el mundo la *A. mellifera* L. Son diferentes patógenos externos e internos que afectan a la abeja en este caso, la *V. destructor* O. en una de las principales enfermedades con las cuales deben combatir los apiarios para cuidar a sus colonias de abejas, existen numerosas investigaciones a nivel mundial que tienen como objetivo determinar un método de control práctico y eficiente (Medina et al., 2011).

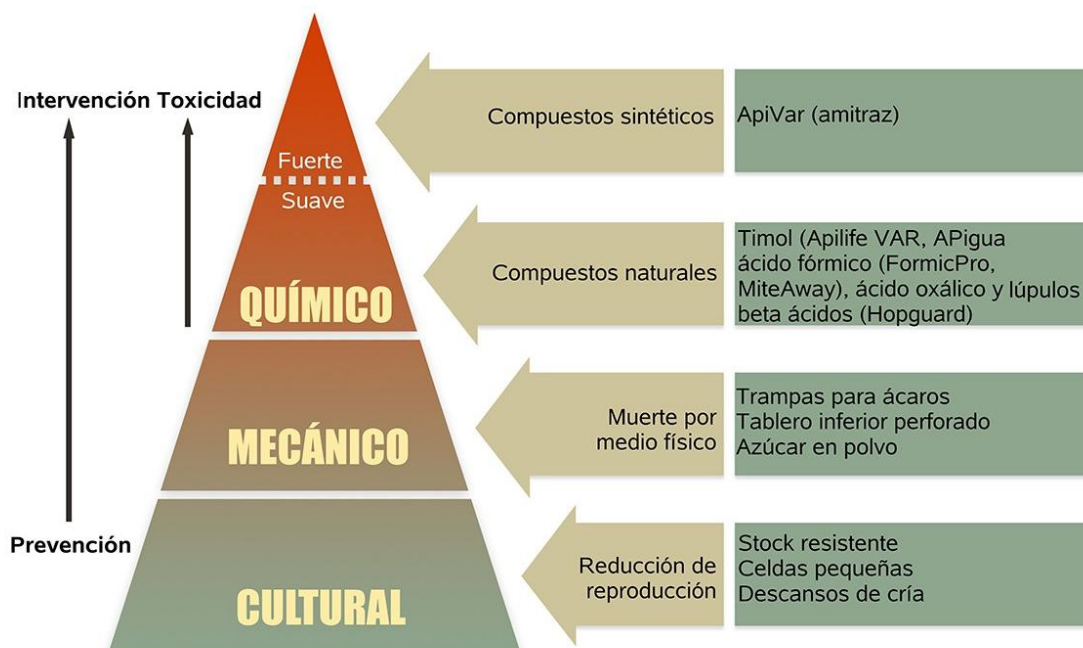
Los apiarios han implementado diferentes tratamientos para poder mantener a la población del ácaro en niveles aceptables en el que no perjudique a las colmenas de manera significativa, de esta manera evitan riesgos de productividad y supervivencia para las colonias de *A. mellifera* L. Un aspecto importante de la aplicación de este tipo de tratamientos es que después del diagnóstico de afectación por la *V. destructor* O. se tomó en cuenta la época climática para que los tratamientos logren tener resultados eficientes (Underwood y López ,2023).

- Control químico.

La aplicación de este tipo de método se debe realizarse con mucho cuidado, ya que existen altas probabilidades de afectar a varios productos de las abejas como: la miel, cera o el polen. Para el control químico se identifica que tipo de enfermedad puede tener: físico, biológico, químico o alteraciones del aporte nutritivo para poder aplicar el tratamiento adecuado con la dosificación pertinente. Su clasificación depende de los compuestos por los que esté integrado: compuestos sintéticos o compuestos naturales como se muestra en la Figura 10 (Calderón et al.,2014).

Figura 10

MIP para control de ácaros Varroa destructor O. en colonias de abejas



Fuente: Underwood y López (2023).

- Control biológico.

Este tipo de control es una alternativa para eliminar diferentes enfermedades por medio de la acción con los microorganismos. El uso de este tipo de control se ha ido aplicando debido a sus resultados efectivos en el control de plagas, especialmente por ser no contaminantes y amigables con el ambiente. Además, los apiarios aplican este control puesto que fomenta un desarrollo ambiental, social y económico, los estudios han enfatizado en utilizar productos a base de plantas para controlar las plagas de manera orgánica, sacando mayor beneficio a los productos que la misma naturaleza brinda (Calderón et al.,2014).

- Otros tipos de control.

Este tipo de control permite utilizar sustancias alternativas que permite controlar la plaga utilizando productos orgánicos como: ácido fórmico, ácido oxálico y láctico. Además, se pueden utilizar aceites esenciales como el thymol. Estos productos son desarrollados a base de procesos orgánicos por lo que su costo es bajo en comparación con los tratamientos químicos, son compatibles dentro del concepto de la apicultura orgánica, la contaminación de la miel es mínima o nula si se aplica correctamente (Márquez et al.,2020).

2.4.8 Tratamientos para control de *Varroa destructor* O.

Tratamiento ácido oxálico.

Los daños ocasionados por el ácaro de la *V. destructor* O. son muy severos sin un tratamiento a tiempo, pueden llegar a causar la muerte de las abejas y toda una colmena. Uno de los acaricidas orgánicos utilizados es el ácido oxálico comercializado por diferentes marcas. La aplicación de este tipo de plaguicida no causa daños a la abeja, mantiene el control de ácaros *V. destructor* O. no deja residuos en la miel, no tiene restricciones ambientales, no genera resistencia, puede llegar a eliminar el 95% de los parásitos (Morocho-Moyano, 2021). Para la aplicación del tratamiento se deben poner 3 tiras de cartón piedra con el ácido oxálico mezclado con glicerina distribuido en las tiras, posteriormente son colocados en los marcos de la colmena, se recomienda realizar una inspección previa de las abejas muy importante que se encuentren distribuidas en la cámara de la cría. Luego, se procede a doblar por la mitad y se coloca en los marcos. Este proceso se debe repetir cada 15 días ya que solo mata a las *V. destructor* O. forética. Se debe tener cuidado con el contacto directo con la piel humana ya que son corrosivos, por lo tanto, se sugiere utilizar guantes de nitrilo para evitar cualquier molestia (Morocho-Moyano, 2021).

Tratamiento con thymol.

El Apiguard es un tratamiento para el control de la *V. destructor* O. es apto para la apicultura ecológica, su principio activo es el thymol. Se venden sin receta en las veterinarias. Su presentación viene en bandejas con un 25 g de thymol (producto). Su modo de uso consiste en aplicar 2 veces es decir un total de 50 g de gel separados por dos semanas. El tratamiento se aplica destapando la bandeja y se deja abierta en una posición central en la parte superior de los cuadros con el gel hacia arriba. Se realiza el cambio cada dos semanas por una nueva. En ella se podrá evidenciar las *V. destructor* O. posteriormente se procederá con el conteo de las *V. destructor* O. atrapadas por el gel de thymol en la bandeja, determinando el nivel de eficiencia del producto (Ministerio de Agricultura y Ganadería [MAG], 2019).

Tratamiento con thymol sin presencia de reina.

El uso del tratamiento con thymol es muy viable para el control de la *V. destructor* O. con una presentación en bandejas presenta baja toxicidad y baja presencia contaminante para el ambiente. Con la finalidad de aumentar la eficiencia en la eliminación de la *V. destructor* O. se plantea el tratamiento con el uso de thymol y presencia de reina. Esto debido a que se han encontrado estudios que reflejan mayor efectividad, al encontrarse enjaulada la reina no hay larvas que puedan poner durante los días de tratamiento por lo tanto no deja fuentes de

alimentación para el ácaro. Esta técnica se aplica con éxito en otros países sin embargo debe aplicarse los procesos necesarios para el cuidado de la reina enjaulada. Al finalizar el tratamiento de 30 días se evalúa la muerte de las *V. destructor* O. y la efectividad del tratamiento (Calderón et al., 2014).

2.5. Efecto de la *Varroa destructor* O. en la producción de miel

Según los estudios realizados por Alvarez López (2016) señala que el tratamiento para el control de *V. destructor* O. es muy importante para la producción de miel, ya que menciona que las colmenas tratadas con acaricidas han logrado producir miel significativamente al contrario de aquellos apiarios que no han sido tratados, presentando una disminución en la producción de miel.

Sin embargo, menciona que los factores de eficiencia en el control de la *V. destructor* O y calidad de miel dependen del tipo de tratamiento y control que realicen ya que se deben tomar en cuenta el contexto, la fisiología y productividad de cada especie de abeja.

El daño a la producción de miel casi siempre se debe a la disminución de abejas dentro del panal, entre menos individuos para la recolección de néctar, menos transformación de miel.

El proceso cíclico que realizan las abejas se ve perjudicado debido a las plagas y enfermedades que las afectan. La *V. destructor* O. es uno de los principales causantes de la disminución de producción de miel, enfermando a las abejas sin un control adecuado producen hasta la muerte. Además, la *V. destructor* O. transmite patógenos fúngicos, bacterianos y virales los cuales afectan el desempeño de cada abeja (Alvarez López, 2016).

2.5. Marco legal

Las bases legales para la aplicación de este estudio se relacionan con la ley suprema que es la Constitución de la República del Ecuador (2008) en el que menciona según el artículo 13 establecer el derecho al acceso seguro a alimentos sanos y nutritivos, que sean producidos en la localidad y correspondan a las identidades y tradiciones del Ecuador. El Estado deberá prevenir y proveer de alimentos que no pongan en riesgo la salud de la población. Al igual que en el artículo 57 menciona el reconocimiento y garantía para aquellos procesos que manejan productos derivados de los animales y plantas para mantener un ecosistema equilibrado. De igual manera se menciona en el Plan Nacional de Desarrollo Creación de Oportunidades (2021-2025) resalta en el objetivo 2 fomentar la productividad y competitividad en los sectores agrícolas por lo que impulsa la creación de proyectos agrícolas que fomenten el ciclo y cuidado

de los recursos, entre estos los procesos necesarios para generar un desarrollo integral en el que se mejore la productividad agrícola a través de capacitaciones sobre la importancia de las abejas en el ecosistema.

De la misma manera, se evidencia en el Decreto Ejecutivo N°1449 en el artículo 4 el reglamento para las buenas prácticas agropecuarias de Agrocalidad (2008) en el que establece el cumplimiento de diversas cadenas de producción para mantener los procesos productivos en un sistema de gestión de calidad. Es decir, fomentar la producción por medio de la gestión efectiva de los alimentos para resguardar una seguridad alimentaria. Los desarrollos de instrumentos técnicos de apoyo para los procesos agropecuarios deben ser orientados a la satisfacción de los requerimientos nacionales. También, menciona que se debe promover buenas prácticas agropecuarias en el que se establezcan diseños que fomenten un desarrollo integral.

En el ámbito de la apicultura, se establece la “Guía de Buenas Prácticas Apícolas “en el que menciona desde el capítulo I las disposiciones con respecto al manejo, instalación, producción, cosecha y todo tipo de manejo de colmenas para los apiarios en el Ecuador. Esta guía describe los procesos y normativas a tomar en cuenta para la buena práctica apícola. Este documento enfatiza en el capítulo vii sobre la sanidad apícola y control de plagas mencionando que la presencia de enfermedades o plagas dentro de las colmenas producen daños perjudiciales hacia el grupo de abejas y la producción de los apiarios, Por lo tanto, se debe promover acciones y estrategias de control para evitar la disminución de las abejas y sus producto (Agrocalidad, 2015).

CAPÍTULO III

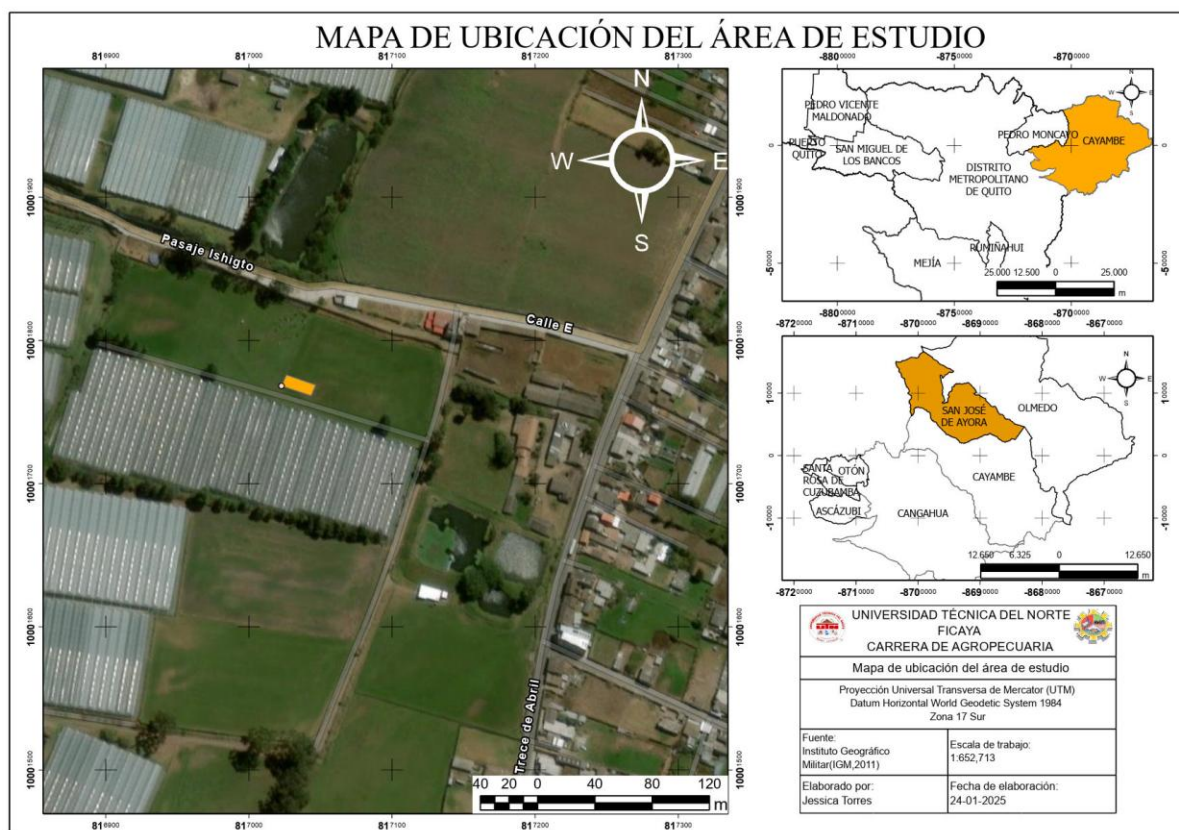
MARCO METODOLÓGICO

3.1. Descripción del área de estudio

El estudio fue realizado en la empresa Apícola Imbabura, ubicada en San Antonio, una localidad del cantón Ibarra, en la provincia de Imbabura, Ecuador, a una altitud de 2238 m.s.n.m., con una latitud de $0^{\circ}20'19''N$ y una longitud de $78^{\circ}10'20''O$. El área de investigación se encontraba en Cayambe, provincia de Pichincha, Ecuador, a una altitud de 2814 m.s.n.m., con una latitud de $0^{\circ}02'27''N$ y una longitud de $78^{\circ}08'42''O$ como se muestra en la Figura 11

Figura 11

Mapa base del área de estudio



3.2. Materiales y métodos

Para la implementación del experimento, se contó con los siguientes materiales, equipos y herramientas como se muestra en la Tabla 2.

Tabla 2

Materiales, equipos, insumos y herramientas a utilizar

Materiales	Equipos	Herramientas
Cámara de cría	Computador	Palanca
Malla sanitaria	Celular	Ahumador
Tapa cubierta con tol	Cuaderno de campo	
Bases de madera	Cámara	
Entre tapas	Equipos de protección	
Thymol	Termómetro	
Tiras de cartón piedra		
Ácido oxálico		

3.3 Métodos

La investigación fue de carácter experimental, con una duración de 91 días, donde se aplicaron dos productos thymol en tres dosis (25 g de gel, 18.75 g de gel, 12.5 g de gel) y ácido oxálico, con el objetivo de reducir el daño ocasionado por *V. destructor* O. en *A. mellifera* L.

3.3.1 Factores de estudio

Los factores de estudio incluyeron las dosis utilizadas y el manejo realizado en la colmena como fue la presencia de la Reina.

Factor 1: Tipo de control

- a) 6.25 g de thymol en 25 g de gel con reina
- b) 4.69 g de thymol en 18.75 g de gel con reina
- c) 3.12 g de thymol en 12.5 g de gel con reina
- d) 6.25 g de thymol en 25 g de gel sin reina
- e) 4.69 g de thymol en 18.75 g de gel sin reina
- f) 3.12 g de thymol en 12.5 g de gel sin reina
- g) Ácido oxálico con reina
- h) Ácido oxálico sin reina

El experimento se llevó a cabo para evaluar la eficacia de dos productos para control de *V. destructor* O en abejas melíferas entre ellos se encontró el thymol en tres dosis (12,5 g, 18,75 g, 25 g) con una repetición al cabo de 15 días y el ácido oxálico al 90% con una única aplicación.

- Factor de estudio: 1
- Bloques :3
- Número de unidades experimentales: 24
- Área total del ensayo: 56.33 m²

Características de la unidad experimental.

La unidad experimental estuvo compuesta por colmenas individuales, cada una de las cuales constaba de una cámara de cría sin medias alzas, base de madera con piso sanitario de malla, y entre tapa y tapa, cubierta con tol como se muestra en la Figura 13.

Figura 13

Unidad experimental



Tabla 4*Características de la unidad experimental*

Datos	Medidas
Medidas de la cámara de cría	51 cm x 42.5 cm x 24cm
Material de la cámara de cría	madera
Área de la colmena	0.22m ²
Número de cuadros	8 cuadros (panales)
Volumen de la cámara de cría	0.052m ³

3.3.5 Análisis estadístico

Para el análisis estadístico del estudio planteado, se empleó un análisis de varianza (ANOVA) utilizando INFOSTAT

Tabla 5*Análisis estadístico*

Fuentes de Variación	GL	
Bloques	B – 1	2
Niveles	N – 1	2
Error	N(B–1)	2
Total	NB – 1	6

3.4 Variables a evaluar

Las variables fueron evaluadas a partir del día 1(Inicio), durante 91 días (Final), con un intervalo de 15 días en la toma de los respectivos datos.

3.4.1 Porcentaje de incidencia de *Varroa destructor* O.

Para determinar el porcentaje de incidencia de *V. destructor* O. en el experimento, se obtuvo una muestra de 90 a 150 abejas infestadas, seleccionadas de entre dos o tres marcos ubicados en el centro de la colmena. Las abejas se colocaron en frascos de vidrio de 250 ml llenos con 150 ml de alcohol al 70%, se etiquetaron con cinta adhesiva y se guardaron en cajas de cartón. La muestra se tamizó con tela de nylon para separar la *V. destructor* O. de las abejas, procediendo luego con el conteo como se muestra en la Figura 14.

Figura 14

Procedimiento para colecta de muestras de abejas



Fuente: Itzá et al (2015).

Una vez realizado todo el procedimiento, se contabilizó mediante la fórmula de porcentaje de infestación, ya que se podría haber producido una pérdida de la colmena debido al gran número de abejas sacrificadas.

$$\% \text{ de incidencia} = \frac{\text{número de varroas encontradas}}{\text{número de abejas colectadas}} \times 100$$

Una vez que tuvimos el porcentaje de incidencia, procedimos a identificar los niveles en los que se encontraba la colmena con respecto a la infestación de la *V. destructor* O. como lo menciona en la Tabla 7

Tabla 6

Niveles de infestación para Varroa destructor O.

Nivel de infestación	Porcentaje de infestación
Baja	1 al 5 %
Media	5 a 10%
Alta	Mas de 10%

3.4.2 *Caída de Varroa destructor* O.

Para esta variable se utilizó una malla sanitaria de acero, la cual estaba ubicada entre la base y la cámara de cría sin afectar la piquera para el ingreso de las abejas, bajo la malla sanitaria se colocó un papel adhesivo permitiendo que la *V. destructor* O. se adhiera al momento de desprenderse de las abejas por efecto de los productos utilizados para su control (thymol y ácido oxálico), realizando un conteo manual posterior al cambio de cada papel adhesivo como muestra en la Figura 15.

Figura 15

Instalación de lámina adhesiva



3.4.3 *Vigor de la colmena.*

El vigor de la colmena fue establecido según un nivel categórico que va desde 0 hasta 10, basado en el número de marcos con abejas y cría operculada con los que conto la colmena al momento de la tomada de datos realizado cada 15 días a partir del día 1(Inicio) y el día 91 (Final) , El nivel 0 correspondió a una colmena vacía y el nivel 9 a una colmena completa, puesto que la colmena contenía 9 marcos y un alimentador como se muestra en la Figura 16.

Figura 16

Vigor de la colmena



3.4.4 Dinámica poblacional de las abejas.

Con respecto a la dinámica poblacional se aplicó un conteo mediante la aplicación image J misma que se procedió a cargar la imagen tomada de cada uno de los marcos por ambos lados y se generó el número de abejas existentes por cada marco como muestra en la figura 17

Figura 17

Número de abejas



3.5. Manejo del experimento

3.5.1 Selección de las colmenas infectadas con *Varroa destructor* O.

Para la selección de las colmenas infestadas se procedió a buscar en todos los apiarios de la empresa, colmenas que cuenten con incidencia de *V. destructor* O. superior al 5%, además se tomó en cuenta los materiales necesarios para la implementación como es las colmenas con piso sanitario de metal necesario para facilitar la toma de datos y estos estén en óptimas condiciones.

3.5.2 División de las cámaras de cría en nuevos núcleos

Seleccionadas las cámaras de cría (Colmena completa con 9 marcos) infestadas de *V. destructor* O. se realizó la división en núcleos (Colmena con 3 marcos de abejas) mediante la toma de tres marcos de la cámara de cría entre los cuales uno está compuesto por abejas y cría operculada (tapada) mismo que fue ubicado justo al alimentador, en la mitad se colocó el marco con abejas y cría tierna (2 a 3 días de la ovoposición) a continuación de este se colocó un marco con reserva de alimento (polen y miel) seguido de 6 marcos de cera vacíos para completar la colmena de 9 marco.

3.5.3 Presencia de reina en la colmena

Al contar con los nuevos núcleos se tomó la mitad de las unidades experimentales (12 núcleos) y se colocó la reina dentro de la colmena, mientras que en la otra mitad se dejó sin reina con la finalidad que las abejas elaboren su propia reina evitando la postura por 21 días tiempo que tarda la nueva reina en nacer (16 días), ser fecundada por el zángano (5 días) y empezar a poner cría en los marcos.

3.5.4 Instalación de las unidades experimentales

Contando con los nuevos núcleos se procedió a su traslado ya que se contó con dos localidades para lo cual fue necesario transportarlas, se procedió a instalar en un área de 56,3 m² esta área estuvo dividida en tres bloques mismo que contó con 8 tratamientos con 3 repeticiones siendo un total de 24 colmenas aptas para la aplicación de los productos para control de *V. destructor* O. (thymol y ácido oxálico).

3.5.5 Aplicación de los productos

Para el control de *V. destructor* O. se procedió a aplicar dos productos, thymol en tres dosis diferentes (12.5 g, 18.75 g, 25 g) con una aplicación al día 1, la siguiente al día 15 colocando el producto en una lámina de cartulina que cuenta el mismo producto, ayudado de un manejo con reina y sin reina dentro de la colmena al igual que con el ácido oxálico, para este se realizó una única aplicación al día 1 en una presentación con tiras de cartón piedra de 3 cm de ancho 30 de largo y 2 mm de grosor contando con una preparación previa.

Preparación.

Se procedió a realizar una previa preparación de del ácido oxálico con los materiales necesarios mismos que se describirán a continuación.

Calentar 225 gr de Glicerina hasta 65 °C, añadir 135 gr de ácido oxálico con un 90% de pureza removiendo la mezcla bajar la temperatura a 30 o 40 °C, sacar del fuego y remojar las tiras de cartón piedra durante 1 día, guardar en bolsas con cierre tipo zip hasta el momento de su uso.

Figura 18

Preparación de ácido oxálico



CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A continuación, se expone los resultados obtenidos en las cuatro variables evaluadas en el experimento establecido para el uso de thymol y ácido oxálico en *Apis mellifera* L. con presencia y ausencia de reina. Para el control de *Varroa destructor* O. el cual estuvo compuesto por el análisis de incidencia de *V. destructor* O., caída de *V. destructor* O., vigor de la colmena y dinámica poblacional.

4.1. Dinámica poblacional de las *Apis mellifera* L.

La dinámica poblacional de una colmena está dada por el número de abejas adultas presentes en los cuadros o marcos. Los resultados del análisis estadístico (Tabla 8) mostraron una interacción entre monitoreo, reina y producto utilizado ($p=0.0487$).

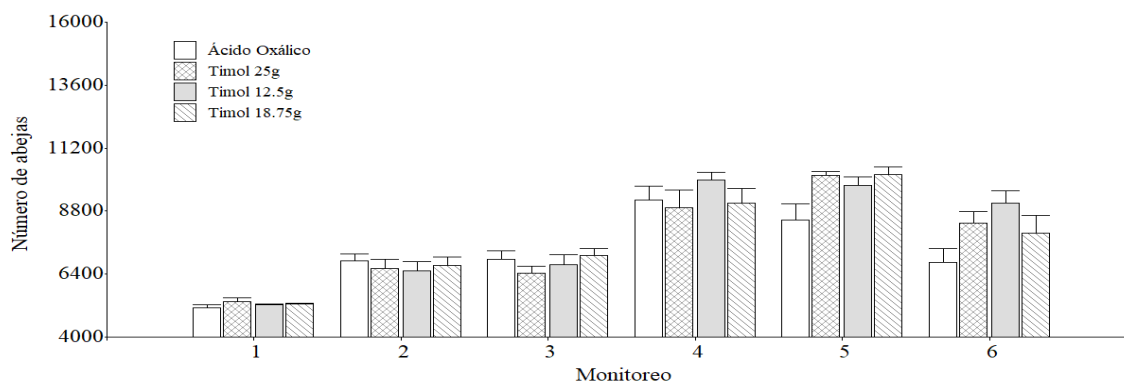
Tabla 7

Pruebas de hipótesis secuenciales de la dinámica poblacional

	numDF	denDF	F-value	p-value
Monitoreo	5	94	100.31	<0.0001
Reina	1	94	91.14	<0.0001
Producto	3	94	13.33	<0.0001
Monitoreo:Reina	5	94	9.03	<0.0001
Monitoreo:Producto	15	94	1.86	0.0369
Reina:Producto	3	94	6.21	0.0007
Monitoreo:Reina:Producto	15	94	9.0	0.0487

Figura 19

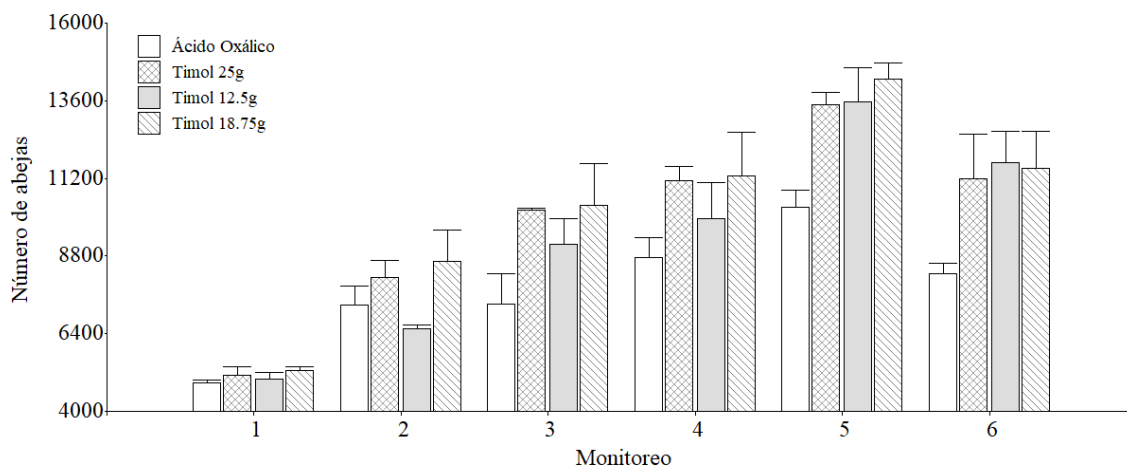
Resultados del número de abejas adultas presentes en cada monitoreo de un manejo sin reina.



La Figura 18 presenta la evaluación de las tres dosis de thymol (25 g, 18.75 g y 12.5 g en una presentación en gel) en conjunto con el ácido oxálico, bajo un manejo sin reina. En el monitoreo 1, se observó un incremento en el número de abejas utilizando las tres concentraciones de thymol, en el cual la dosis de thymol 25 g supera con 229 abejas, seguida de la dosis de thymol 18.5 g superando con 135 abejas, al igual que la dosis de thymol 12.5 g misma que es superior con 105 abejas, con relación al tratamiento con ácido oxálico. No sucede lo mismo en el monitoreo 2, ya que en este caso el ácido oxálico superó a las tres dosis de thymol (25 g, 18.75 g y 12.5 g), registrando un excedente de 314, 191, 385 abejas respectivamente. En el monitoreo 3, el tratamiento con la dosis de thymol 18.75 g presento una mayor eficiencia, registrando 132 abejas más en comparación con el ácido oxálico. Sin embargo, el ácido oxálico superó a las dosis de thymol (25 g, 12.5 g), con un incremento de 531 y 224 abejas. En el monitoreo 4, el tratamiento con la dosis de thymol 12.5 g superó al ácido oxálico, logrando un incremento en el número de abejas de 778 abejas más. Por otro lado, los tratamientos con dosis de thymol 25 g y 18.75 g resultaron en una menor cantidades de abejas con 280 y 109 abejas respectivamente en comparación con el ácido oxálico. En el monitoreo 5, el tratamiento con sus tres dosis de thymol (25 g, 12.5 g), supero al ácido oxálico registrando un mayor número de abejas siendo 1715, 1736, 1319 superando los datos registrados por el ácido oxálico. Mientras que en el monitoreo 6 presento resultados similares ya que las tres dosis de thymol superó al ácido oxálico con un aumento adicional de 2250, 1125, 1491 abejas.

Figura 20

Resultados del número de abejas adultas presentes en cada monitoreo de un manejo con reina.



La Figura 20 presenta la evaluación de las tres dosis de thymol (25 g, 18.75 g y 12.5 g) en conjunto con el ácido oxálico, bajo un manejo con reina. En el monitoreo 1, se observó que las tres concentraciones de thymol fueron más efectivas, en el cual la dosis de 25 g supera con 226 abejas, seguida de la dosis 18.5 g superando con 382 abejas, al igual que la dosis 12.5 g misma que es superior con 107 abejas con relación al tratamiento con ácido oxálico. En el monitoreo 2, las dosis de thymol 25 g y 18.75 g supero al ácido oxálico registrando un excedente de 828 y 1330 abejas respectivamente adicional la dosis con 12.5 g fue superada por el ácido oxálico con un excedente de 734 abejas. En el monitoreo 3, el tratamiento con sus tres dosis de thymol (25 g, 12.5 g), supero al ácido oxálico registrando un mayor número de abejas siendo 2882, 3043,1826 superando los datos registrados por el ácido oxálico. En el monitoreo 4, el tratamiento con sus tres dosis de thymol (25 g, 12.5 g), supero al ácidooxálico registrando un mayor número de abejas siendo superando 2350, 2501, 1187 los datos registrados por el ácido oxálico. En el monitoreo 5, presento resultados similares ya que las tres dosis de thymol superó al ácido oxálico con una caída adicional de 3156, 3956, 3262 abejas. Mientras que en el monitoreo 6 se obtuvo los mismos resultados ya que las tres dosis de thymol superó al ácido oxálico con una caída adicional de 2948, 3272, 3457 abejas.

En el presente investigación el número de abejas presentes al inicio del estudio mostro un incremento del número de abejas con un manejo con reina tanto en él unos de thymol como ácido oxálico con 223 abejas en su colmena no difiere con una gran cantidad uno del otro el cual consta 168 abejas seguido por 161 abejas con thymol sin reina valores son inferiores a lo reportado por Reyes et al. (2020) en el cual se observó un aumento de 22500 y 15000 respectivamente al utilizar los mismos productos. Estas diferencias pueden ser atribuidas a la presencia constante de la reina en la colmena, la forma del producto ya que se utilizó thymol en gel y en cristales al igual que ácido oxálico en tiras de cartón y en goteo.

Un estudio realizado por Díaz et al. (2019) muestra la disminución de 7500 abejas posterior a la aplicación del producto a base de thymol a diferencia de esta investigación en la cual sin influir el manejo o el producto utilizado el número de abejas aumenta en un rango de 133 a 223 abejas cabe recalcar que en la investigación antes mencionada al utilizar el ácido oxálico se muestra un incremento de 200 abejas similar a los resultados de esta investigación con el tratamiento a base de thymol con un manejo de reina.

En comparación con la investigación realizada por Giacomelli et al. (2015) utilizando el producto comercial Apiguard a base de thymol en gel, los resultados con respecto al número

de abejas disminuyó considerablemente obteniendo una pérdida de 26250 y 153000 abejas al utilizar thymol con reina y sin reina respectivamente, con una duración del experimento de 34 día, viéndose superada por esta investigación ya que en los dos casos se contabilizo un incremento de 3004 y 1247 abejas con los mismos tratamientos al cabo de 30 días con la mitad de la dosis del producto que la otra investigación utilizo siendo está más efectiva y con un costo inferior.

4.2. Caída de *Varroa destructor* O.

La caída del ácaro *V. destructor* O. se reflejó en el conteo de individuos que se desprendieron de las abejas y cayeron al fondo de la colmena posterior a la aplicación de los productos para control de *V. destructor* O. a base de thymol y ácido oxálico. Los resultados del análisis estadístico (Tabla 9) mostraron una interacción entre monitoreo, reina y producto utilizado ($p=0.0049$).

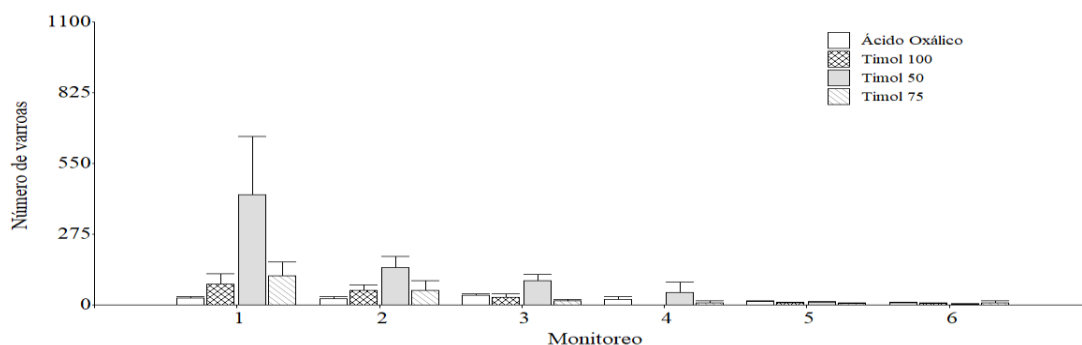
Tabla 9

Pruebas de hipótesis secuenciales de caída de Varroa destructor O.

	numDF	denDF	F-value	p-value
Monitoreo	5	94	8.47	<0.0001
Reina	1	94	1.73	0.1911
Producto	3	94	3.57	0.0170
Monitoreo:Reina	5	94	0.28	0.9246
Monitoreo:Producto	15	94	1.27	0.2365
Reina:Producto	3	94	5.51	0.0016
Monitoreo:Reina:Producto	15	94	2.43	0.0049

Figura 21

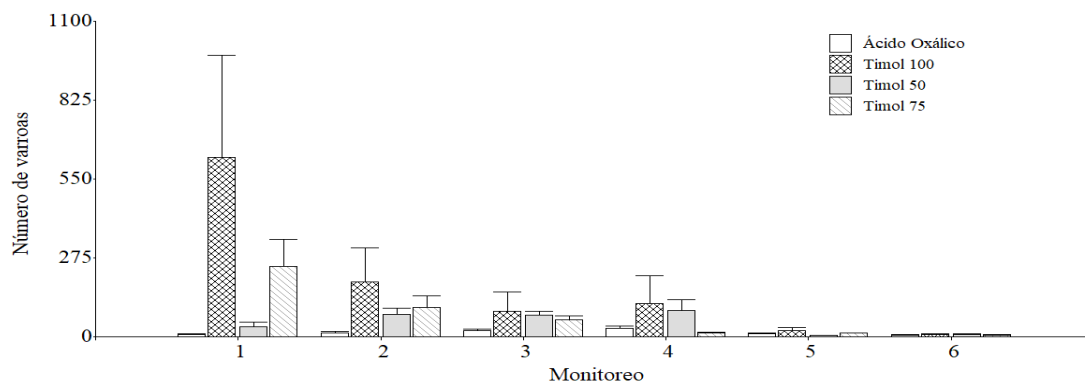
Resultados del número de Varroa destructor O. caídas en cada monitoreo con un manejo sin reina



La Figura 18 presenta la evaluación de las tres dosis de thymol (25 g, 18.75 g y 12.5 g) en conjunto con el ácido oxálico, bajo un manejo sin reina. En el monitoreo 1, se observó que las tres concentraciones de thymol fueron más efectivas, en el cual la dosis de 25 g supera con 52 *V. destructor* O. caídas, seguida de la dosis 18.5 g superando con 84 *V. destructor* O. caídas, al igual que la dosis 12.5 g misma que es superior con 401 *V. destructor* O. caídas con relación al tratamiento con ácido oxálico. En el monitoreo 2, el tratamiento con sus tres dosis de thymol (25 g, 18.75 g y 12.5 g), supero al ácido oxálico registrando un mayor número de *V. destructor* O. caídas siendo 32, 122, 32 superando los datos registrados por el ácido oxálico. En el monitoreo 3, el tratamiento con la dosis de thymol 12.5 g presento una mayor eficiencia, registrando 56 *V. destructor* O. caídas más en comparación con el ácido oxálico. Sin embargo, el ácido oxálico superó a las dosis de thymol (25 g, 18.75 g), con un incremento de 8 y 20 *V. destructor* O. caídas. En el monitoreo 4, el tratamiento con la dosis de thymol 12.5 g superó al ácido oxálico, logrando un incremento en la caída de 27 *V. destructor* O. más. Por otro lado, los tratamientos con dosis de thymol 25 g y 18.75 g resultaron en una menor cantidades de *V. destructor* O. caídas con 20 y 13 *V. destructor* O. respectivamente en comparación con el ácido oxálico. En el monitoreo 5, el tratamiento con una dosis de thymol 12.5 presento una igualdad con los resultados con respecto al ácido oxálico sin embargo con respecto a las dosis de thymol (25 g, 18.75 g), fueron superadas por el ácido oxálico registrando un mayor número de *V. destructor* O. caídas de 5 y 6 superando los datos registrados por el ácido oxálico. Mientras que en el monitoreo 6 presento resultados similares ya que el uso de thymol 18.75 g presento una igualdad con el ácido oxálico, además las dosis de thymol (25 g, 12.5 g), fueron superadas por el ácido oxálico registrando un mayor número de *V. destructor* O. caídas de 3 y 4 superando los datos registrados por el ácido oxálico.

Figura 22

Resultados del número de Varroa destructor O. caídas en cada monitoreo con un manejo con reina



La Figura 22 presenta la evaluación de las tres dosis de thymol (25 g, 18.75 g y 12.5 g) en conjunto con el ácido oxálico, bajo un manejo sin reina. En el monitoreo 1, se observó que las tres concentraciones de thymol fueron más efectivas, en el cual la dosis de 25 g supera con 617 *V. destructor* O. caídas, seguida de la dosis 18.5 g superando con 237 *V. destructor* O. caídas, al igual que la dosis 12.5 g misma que es superior con 25 *V. destructor* O. caídas con relación al tratamiento con ácido oxálico. En el monitoreo 2, el tratamiento con sus tres dosis de thymol (25 g, 18.75 g y 12.5 g), supero al ácido oxálico registrando un mayor número de *V. destructor* O. caídas siendo 177, 63, 89 superando los datos registrados por el ácido oxálico. En el monitoreo 3, el tratamiento con sus tres dosis de thymol (25 g, 18.75 g y 12.5 g), supero al ácido oxálico registrando un mayor número de *V. destructor* O. caídas siendo 69,54, 38 superando los datos registrados por el ácido oxálico. En el monitoreo 4, el tratamiento con las dosis de thymol 25 g y 12.5 g superó al ácido oxálico, logrando un incremento en la caída de 85 y 61 *V. destructor* O. más. Por otro lado, el tratamiento con una dosis de thymol 18.75 g resultaron en una menor cantidades de *V. destructor* O. caídas con 18 *V. destructor* O. respectivamente en comparación con el ácido oxálico. En el monitoreo 5, el tratamiento con las dosis de thymol 25 g y 12.5 g presento un incremento en los resultados con respecto al ácido oxálico registrando un mayor número de *V. destructor* O. caídas de 11 y 2 superando los datos registrados por el ácido oxálico además al utilizar la dosis de thymol 18.75 los resultados obtenidos fueron menor 5 a comparación con el ácido oxálico. Mientras que en el monitoreo 6 presento resultados similares ya que el uso de thymol 18.75 g presento una disminución mínima de 1 con el ácido oxálico, además las dosis de thymol (25 g, 12.5 g), fueron superior al ácido oxálico registrando un mayor número de *V. destructor* O. caídas de 1 en los dos casos.

En la investigación realizada por Reyes et al. (2020) al utilizar thymol, supero al ácido oxálico con una caída de *V. destructor* O. de 2304 y 1848 respectivamente resultados que se asemeja con esta investigación ya que los tratamientos son similares utilizando los mismos productos en una diferente presentación y acompañado con un manejo con y sin reina donde el thymol alcanzó una caída de 89.67 y 29.33 respectivamente mientras que al usar ácido oxálico la caída fue menor alcanzado 20.33 y 37 con los dos manecos con reina y sin reina .

4.3. Vigor de la colmena

El vigor de una colmena se define por el número de panales que contienen cría operculada, abejas adultas y cría tierna. En la tabla 10 muestra una interacción entre el monitoreo y el

producto ($p=0.0285$) de igual manera una interacción entre reina y producto se encontró una diferencia significativa ($p=0.0132$).

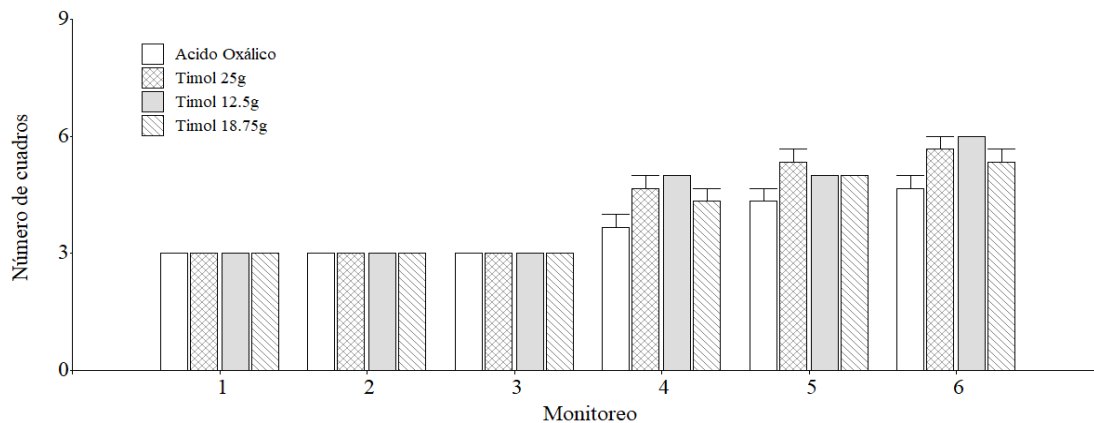
Tabla 10

Pruebas de hipótesis secuenciales

	numDF	denDF	F-value	p-value
(Intercept)	1	94	7848.17	<0.0001
Monitoreo	5	94	129.37	<0.0001
Reina	1	94	121.50	<0.0001
Producto	3	94	14.49	<0.0001
Monitoreo:Reina	5	94	10.79	<0.0001
Monitoreo:Producto	15	94	1.94	0.0285
Reina:Producto	3	94	3.77	0.0132

Figura 23

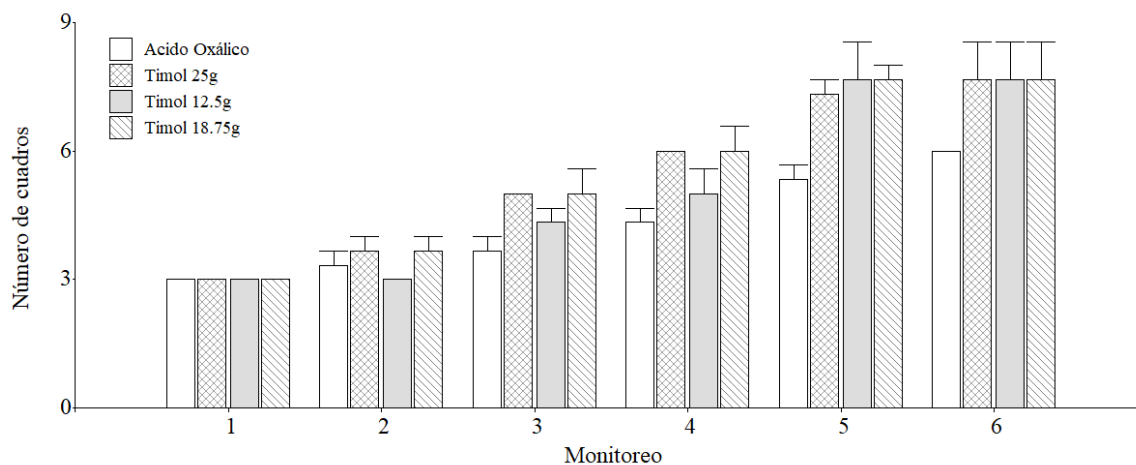
Resultados del número de cuadros en los diferentes monitoreos con un manejo sin reina



En los monitoreos 1,2 y 3, se observaron 3 cuadros con abejas. Sin embargo, a partir del monitoreo 4, se evidenció un incremento en el número de cuadros utilizando con las dosis de thymol (25 g, 18.75 g y 12.5), alcanzando valores de 1, 1.33, 0.66 cuadros adicionales, respectivamente, en comparación con el tratamiento con ácido oxálico. En el monitoreo 5, el uso de las dosis de thymol superó al ácido oxálico en términos del número de cuadros con abejas. La dosis de thymol 18.75 g y 12.5 g mostraron resultados equivalentes, superando al ácido oxálico en 0,67 cuadros. Por otro lado, la dosis de thymol 25 g registró un incremento aun mayor, con 1 cuadro adicional en comparación con el ácido oxálico. Se observa un patrón similar en el monitoreo 6, donde el tratamiento con thymol en sus diferentes dosis muestra un incremento en el número de cuadros adicionales, con valores de 1, 0.66 y 1.33 respectivamente en comparación con el ácido oxálico.

Figura 24

Resultados del número de cuadros en los diferentes monitoreos con un manejo con reina



Durante el primer monitoreo, se observó una igualdad entre todos los tratamientos, ya que, al momento de realizar la división en núcleos, todos contaban con 3 marcos de abejas. En el monitoreo 2, se mantuvo una igualdad entre las dosis de thymol 25 g y 18.75 g, las cuales superaron al ácido oxálico con 0.67 cuadros adicionales. Por otro lado, la dosis de 12.5 g mostró resultados equivalentes al ácido oxálico. A medida que avanzan los monitoreos, se observa un incremento en el número de cuadros con abejas, alcanzado un aumento notable para el monitoreo 3 se mantuvo una igualdad entre las dosis de thymol 25 g y 18.75 g, las cuales superaron al ácido oxálico con 1.33 cuadros adicionales. Además, la dosis de 12.5 g mostró un incremento de 0.66 con respecto al ácido oxálico. Lo mismo ocurre en el monitoreo 4 las dosis de thymol 25 g y 18.75 g, las cuales superaron al ácido oxálico con 1.67 cuadros adicionales. Además, la dosis de 12.5 g mostró un incremento de 0.67 con respecto al ácido oxálico. Mientras que en el monitoreo 5 la dosis de thymol 18.75 g y 12.5 g superaron al ácido oxálico con un incremento de 2.34 cuadros, mostrando resultados similares entre ambas dosis. Por su parte la de thymol 25 g obtuvo un incremento de 2 cuadros adicionales en comparación con el ácido oxálico. En el monitoreo 6, se observó un incremento de 1.67 cuadros en las tres dosis de thymol en comparación con el ácido oxálico

En la presente investigación el uso de thymol, acompañado de un manejo con presencia de reina obtuvo un incremento en el número de cuadros de 58.38% no sucedió lo mismo con el manejo sin reina ya que tan solo alcanzo un 33.33% resultados similares se dio al utilizar el ácido oxálico con un incremento de 37,5% y 20,88% respectivamente. Estos valores fueron inferiores a los valores reportados en la investigación realizada por Reyes et al. (2020) donde

el incremento del número de cuadros fue de 62,5% con thymol y 33,3% con ácido oxálico recalcando que el uso de thymol en las dos investigaciones superaron al ácido oxálico.

4.4. Infestación de *Varroa destructor* O.

La incidencia de la *V. destructor* O. (presencia del ectoparásito), fue evaluada mediante un muestreo realizado en el día 1 (Inicio) y en el día 91(Final), posterior a la aplicación del producto para control de *V. destructor* O. (thymol y ácido oxálico). En este análisis, se realiza una interacción entre los factores monitoreo, reina, producto ($p=0.6836$) como se muestra en la tabla 11.

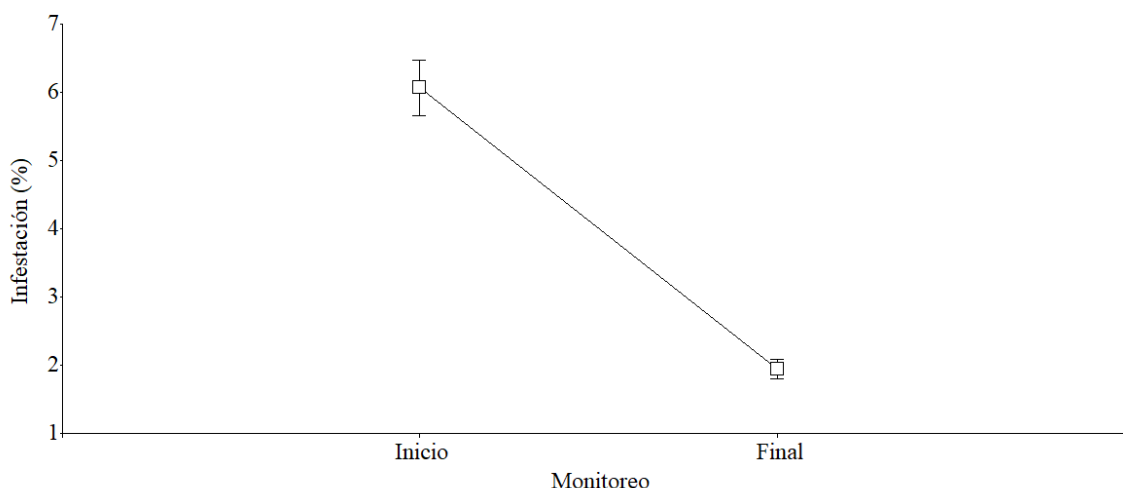
Tabla 11

Pruebas de hipótesis secuenciales sobre la infestación

	numDF	denDF	F-value	p-value
(Intercept)	1	30	284.10	<0.0001
Monitoreo	1	30	75.34	<0.0001
Reina	1	30	0.35	0.5594
Producto	3	30	1.26	0.3055
Monitoreo:Reina	1	30	0.45	0.5073
Monitoreo:Producto	3	30	0.04	0.9886
Reina:Producto	3	30	0.01	0.9982
Monitoreo:Reina:Producto	3	30	0.50	0.6836

Figura 25

*Porcentaje de infestación por *V. destructor* O. en abejas Melíferas*



Los resultados evidenciaron una disminución en los niveles de infestación de *V. destructor* O. en comparación con el monitoreo inicial del estudio. Tras la recolección de la muestra en el día 1, se aplicaron dos tratamientos para el control de *V. destructor* O., thymol en tres dosis (25 g, 18.75 g, 12.5 g en forma de gel) y ácido oxálico. Estos tratamientos se llevaron a cabo tanto en

colonias con y sin reina. Al final del estudio, en el día 91, se registró una reducción del 68% en los niveles de infestación.

En este estudio, la infestación disminuyó un 64.76% posterior a las aplicaciones del producto thymol con una dosis de 6.25 g de thymol en 25 g de gel acompañado de un manejo con presencia de reina, con una repetición a los 15 días, similar al manejo que realizó Murat Cengiz (2018) en su investigación el cual se aplicó una dosis más alta de thymol la cual constaba de 12.5 g de thymol en 50 g de gel de igual manera con una repetición a los 15 días, el cual obtuvo una disminución del 98.43% aunque ambas investigaciones muestran una reducción significativa, al utilizar el doble de producto reporta una disminución más rápida sin embargo con un costo superior.

Esta investigación cuenta con una eficiencia global del 68% al utilizar productos para control de *V. destructor* O. (thymol y ácido oxálico), logrando el 73% al utilizar thymol con un manejo con presencia de reina la misma que supera a los otros tratamientos como es thymol sin reina con una disminución de 68.06%, ácido oxálico con y sin presencia de reina con el 61.89 % y 60.84% respectivamente, apoyado por la investigación realizada por Reyes et al. (2020) donde menciona que la utilizar thymol en forma de cristales obtuvo una eficiencia del 84.63% mientras que al utilizar ácido oxálico su eficiencia fue de 62.81% en las dos investigaciones el uso de thymol supera al ácido oxálico.

De igual manera la investigación realizada por Díaz et al. (2019) menciona una disminución del 62.51% y del 84.22% al utilizar thymol y ácido oxálico en el cual el tratamiento a base de thymol es inferior, no obstante en esta investigación los resultados son más favorables ya que tanto el tratamiento a base de thymol junto con un manejo con reina y sin ella supera al ácido oxálico obteniendo un 73% y 68.06 % respectivamente estos resultados pueden ser atribuidos a la presentación del thymol en este caso una presentación en gel con una repetición a los 15 días y en la investigación consta de una presentación del thymol al 99.9%, disuelto en aceite de oliva, dos aplicaciones con intervalo de 8 días.

Los resultados obtenidos en esta investigación muestran una alta eficiencia del thymol en gel en el control del ácaro *V. destructor* O, superando un estudio realizado en Yucatán, México. En dicho estudio se obtuvo una eficiencia del 97% al aplicar un sobre de 50 g de gel, que contenía 12.5 g de thymol, repitiendo la misma dosis a los 15 días. Sin embargo, en esta investigación se alcanzó una eficiencia del 68% utilizando un sobre de 25 g de gel, en el que contenía 6.25 g de thymol, con una repetición de la misma dosis a los 15 días. Esto disminuye

el costo total del tratamiento al utilizar la mitad de producto comparado con el otro estudio. La diferencia del 21.87% en la efectividad en los tratamientos puede deberse a las diferentes condiciones del estudio. En la investigación realizada en México, la temperatura fue de 26.8 °C, dado que el thymol tiene una alta efectividad en un rango de temperatura moderada (15-30 °C) puesto que es ideal para volatilización del thymol, por lo cual fue más alto. En cambio, en esta investigación la temperatura fue de 14 °C, lo que se considera como temperatura baja (<15 °C) por estas condiciones la volatilización del thymol es insuficiente para alcanzar concentraciones efectivas en la colmena, resultando en una menor efectividad (Itza et al., 2007).

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

Con base en los resultados obtenidos en la presente investigación se puede concluir que:

- El tratamiento de 18.75 g de thymol en gel con presencia de reina registro el mayor número de abejas adultas con un promedio de 14270 abejas que puede relacionarse con un incremento de la colmena.
- Los tratamientos con thymol y ácido oxálico con y sin presencia de reina no registro diferencia significativa con respecto a la eficacia del control, Esto sugiere que ambos tratamientos, independientemente del manejo, son igualmente efectivos para el control de *Varroa destructor* O.

5.2. Recomendaciones

- Realizar investigaciones sobre el uso de thymol y dosis de aplicación para el control de la *Varroa destructor* O. en diferentes localidades y especies de abejas.

CAPÍTULO VI

REFERENCIAS

- Alvarez-López, A. (2016). Diagnóstico y prevalencia de ectoparásitos en apiarios de *apis mellifera* en la región sur del Ecuador [Tesis de pregrado, Universidad central del Ecuador]. Repositorio Digital UCE.
<https://www.dspace.uce.edu.ec/entities/publication/c97caf2c-2108-4bfa-aca1-37e6261a6b0a>
- Agrocalidad. (2015). *Guía de Buenas Prácticas Apícolas*. <https://www.agrocalidad.gob.ec/wp-content/uploads/2022/08/Buenas-Prácticas-Apícolas-jul.pdf>
- Arteaga-Santos, C. (2022). “Problemas sanitarios en *Apis mellifera* en la región sierra del Ecuador” [Proyecto de investigación, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo] Repositorio Digital ESPOCH.
<http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/16285/1/17T01700.pdf>
- Besora-Magem, J. (2015). Informe técnico para la construcción de una colmena y portanúcleo tipo langstroth. Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM) - Proyecto de Investigación y Proyección Social Apícola La Molina (PIPSA - La Molina), 22.
- Calderón, R., Ramírez, M., Ramírez, F., y Villalobos, E. (2014). Efectividad del ácido fórmico y el timol en el control del ácaro *Varroa destructor* en colmenas de abejas africanizadas. *Agronomía Costarricense*, 38(1), 175-188. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/436/43631007010.pdf>
- Chávez, C. (2015). Adaptación de enjambres nativos de abejas (*apis mellifera*) con cuatro dietas de alimentación en el cantón Quinde. Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Obtenido de <https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/1477/1/T-UTEQ-0140.pdf>
- Constitución de la República del Ecuador. (2008). Asamblea Nacional de la República del Ecuador Quito. Obtenido de https://www.asambleanacional.gob.ec/sites/default/files/documents/old/constitucion_de_bolsillo.pdf
- De Jesús May-Itzá, W., Abdelmir, L., Medina, M., Carlos, J., y Olivares, M. (2007). Eficacia de un gel a base de Thymol en el control del ácaro *Varroa destructor* que infesta colonias

- de abejas *Apis mellifera*, bajo condiciones tropicales en Yucatán, México. *Vet. Méx.*, 38(1), 1–8.
- Díaz, B., Moyón, J., y Baquero, M. (2019). Evaluación de tres alternativas para el control de varroasis (*destructor*) en apiarios ecuatorianos. *Ciencia y Agricultura (Cien. Agri.)*, 16(1), 63-78. Obtenido de <file:///C:/Users/Kelly/Downloads/DialnetEvaluacionDeTresAlternativasParaElControlDeVarroas-6817420.pdf>
- Dr. Biology. (Mon, 12/10/2018 - 15:42). Anatomía de las abejas. ASU - Ask A Biologist. Retrieved from <https://askabiologist.asu.edu/anatom%C3%ADa-de-abejas-mel%C3%ADferas>
- Farouk, K., y Sepúlveda, P. (2018). Abejas. *InfoZoa*, 6. Obtenido de https://www.unimagdalena.edu.co/Content/Public/Docs/Entrada_Facultad3/adjunto_1_029-20181004104847_528.pdf
- Fernández-Chaguay, C. (2022). Análisis de los métodos de control del ácaro *destructor* (Oudemans 1904) de colmenas sobre abejas *Apis mellifera* productoras de miel [Universidad Técnica de Babahoyo].DSpace. Obtenido de <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/13287/E-UTB-FACIAG-AGRON-000012.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Gallego, S. y Arenas, C. (2015). Evaluación de la presencia de residuos de plaguicidas organofosforados en miel de abejas provenientes del municipio de Santuario, Risaralda, Colombia [Tesis de pregrado, Universidad Tecnológica de Pereira] UTP. Obtenido de <https://core.ac.uk/download/pdf/71399119.pdf>
- Giacomelli, A., Pietropaoli, M., Scholl, F., y Formato, G. (2015). Combination of thymol treatment (Apiguard®) and caging the queen technique to fight . Instituto Zooprofilattico Sperimentale delle Regioni Lazio e della Toscana BM.Aleandri^, Via Appia Nuova 1411, 00178, Rome, Italy
- Guzmán, E., Tapia, J., León, T., y Contreras, F. (2021). Influencias climáticas, regionales y cantidad de cría en el comportamiento higiénico de *Apis mellifera*. 1–11.
- Granda-Ojeda, R. (2017). Análisis del potencial de la actividad apícola como desarrollado socioeconómico en sectores rurales [Tesis pregrado, Universidad San Francisco de

- Quito USFQ] In *Repositorio digital USFQ*. Obtenido de <https://repositorio.usfq.edu.ec/jspui/bitstream/23000/7106/1/135301.pdf>
- Instituto Nacional de Estadística y Censos [INEC]. (2021). *Encuesta de superficie y producción agropecuaria continua*. Obtenido de https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/webinec/Estadisticas_agropecuarias/espac/espac-2020/Boletin%20Tecnico%20ESPAC%202020.pdf
- Instituto Nacional de Estadística y Censos [INEC]. (2021). *Boletín Técnico Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua*. www.ecuadorencifras.gob.ec
- Itzá, W., Medina, L., y Morrufo, J. (2007). Eficacia de un gel a base de Timol en el control del ácaro *destructor* que infesta colonias de abejas *Apis mellifera*, bajo condiciones tropicales en Yucatán, México. *Veterinaria México*, 38. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/423/42338101.pdf>
- Jiménez Aguilar, J. (2013). Deriva de abejas *Apis Mellifera* en colmenas colocadas en línea. In *Repositorio UAAAN*. Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro.”. Obtenido de <https://sidalc.net/search/Record/oai%3Ahttps%3Arepositorio.uaaan.mx%3A123456789-7105/Versions>
- Martínez Puc, J. F., Alcalá Escamilla, K. I., Leal Hernández, M., Vivas Rodríguez, J. A., y Martínez Aguilera, E. (2011). *Prevención de Varroosis y Suplementación Manual de capacitación*. Unidad Técnica Especializada Pecuaría. https://redgatro.fmvz.unam.mx/assets/manual_varroosis.pdf
- Márquez, M., Fernández, O., Díaz, D., Díaz, A., y Carreras, B. (2020). Evaluación de un producto de *Bacillus thuringiensis* para el control de la varroosis. *FitoSanidad*. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/2091/209118077001.pdf>
- Masaquiza, D., Martín, D., Zapata, J., Soldado, G., y Salas, D. (2023). Apicultura ecuatoriana: situación y perspectiva. *Tesla Revista Científica*, 3(2), e252. <https://doi.org/10.55204/trc.v3i2.e252>
- Masaquiza, D., Vargas, J., Ortiz, N., Salazar, R., Curbelo, L., Pérez, A. y Arenal, A. (2021). Hygienic behavior of *Apis mellifera* and its relationship with *destructor* infestation and honey production in the Central Highlands of Ecuador. *Insects*12(11), 966. <https://doi.org/10.3390/insects12110966>

- Mendoza, Y., Borges, R., y Carbonell, N. (2018). Alta infestación por varroa (Varroosis) y su respuesta al utilizar el panal trampa. *Redvet*. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/636/63623410014.pdf>
- Medina, C., Guzmán, E., Aréchiga, C., Aguilera, J., y Gutiérrez, F. (2011). Efecto del nivel de infestación de *destructor* sobre la producción de miel de colonias de *Apis mellifera* en el altiplano semiárido de México. *Scielo*. Obtenido de https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S200711242011000300006&script=sci_artext
- Ministerio de Agricultura y Ganadería [MAG]. (2018, June 8). *Ministerio de Agricultura y Ganadería realiza registro de apicultores*. <https://www.agricultura.gob.ec/ministerio-de-agricultura-y-ganaderia-realiza-registro-de-apicultores-2/inec>
- Ministerio de Agricultura y Ganadería [MAG]. (2019, Julio). *Guía técnica para la lucha y control de la varroosis y uso responsable de medicamentos veterinarios contra la .* https://www.mapa.gob.es/es/ganaderia/temas/sanidad-animal-higiene-ganadera/guiavarroafinalveterinarios_tcm30-421799.pdf
- Morocho-Moyano, J. (2021). Eficacia del ácido oxálico mediante tres vías de administración para el control de Varroosis en abejas (*apis mellifera*). Universidad Central del Ecuador. Obtenido de <https://www.dspace.uce.edu.ec/server/api/core/bitstreams/55db777b-4dde-4f37-9fb1-42b9fc836169/content>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO]. (2021, Mayo 20). *Compromiso con las abejas Reconstruir mejor en beneficio de las abejas*. <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/0164efad-249c-4999-9aeb-e787e98f5604/content>
- Oxalika. (2022). *: cómo reconocerla y combatirla Guía 2022*. Obtenido de <https://www.oxalika.com/varroa-como-reconocerla-y-combatirla-guia-2022/?lang=es>
- Paredes-Rodríguez, F. (2018). Propuesta de buenas prácticas aplicadas a la producción de miel de abejas para mejorar la calidad y productividad en la empresa Ambamiel [Tesis de pregrado, Pontificia Universidad Católica del Ecuador]. *Dspace PUCE* Obtenido de <http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/14927/Paredes%20Fernanda%20Trabajo%20Titulaci%C3%B3n.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Pietropaoli, M., Giacomelli, A., Scholl, F., y Formato, G. (2021). Enjaulado de la reina Una herramienta valiosa para aumentar la eficacia de los acaricidas de bajo impacto ambiental. *Espacio apícola* (1)
- Punina-Gallegos, A. (2022). *Prevalencia de parásitos externos en abejas (apis mellifera)*. [Tesis de pregrado, Universidad Politécnica Salesiana, Cuenca] UPS. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/21703/1/UPS-CT009528.pdf>
- Reyes, F., Vargas, J., Martos, A., y Chura, J. (2020). *Eficacia de cuatro acaricidas sobre el ácaro destructor*. *Anales Científicos* 81(1), 229–242. Obtenido de [file:///C:/Users/Caro/Downloads/marilynbuendia,+17.+Anales+Cient%3%ADficos+80\(1\).229-242\(2020\)%20\(2\).pdf](file:///C:/Users/Caro/Downloads/marilynbuendia,+17.+Anales+Cient%3%ADficos+80(1).229-242(2020)%20(2).pdf)
- Salamanca, G., Osorio, M., y Rodríguez, N. (2012). Presencia e incidencia forética de *destructor* A. (Mesostigma: Varroidae) en colonias de abejas *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae), en Colombia. *Zootecnia Trop.* Obtenido de https://www.researchgate.net/profile/Guillermo-SalamancaGrosso/publication/235993479_ZTFVarroa/links/0deec51550562a3d2c00000/ZTF-Varroa.pdf
- Silva-Monsalve, A. (2006). *Evaluación del ácido oxálico sobre destructor Anderson y Trueman (Acari : Mesostigmata), aplicado en otoño sobre colonias de Apis mellifera L (Hym : Apidae)* [Tesis de pregrado, Universidad Austral de Chile] SCOPUS. <https://repositorio.ucv.cl/handle/10.4151/77695>
- Simbaña-Chorlango, H. (2015). Evaluación de tres métodos de reproducción de abejas reinas de la especie (*Apis mellifera*) en el cantón Pedro Moncayo 2012.) [Tesis de pregrado, Universidad Politécnica Salesiana]. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/9837/1/YT00305.pdf>
- Smith-Fúquene, B. (2019). Varroa un problema de gran impacto a nivel sanitario y productivo en la apicultura, métodos de diagnóstico, tratamientos y prevención.) [Tesis de pregrado, Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales]. Obtenido de <https://repository.udca.edu.co/handle/11158/3246>
- Subía-Valdez, S. (2020). Determinación de la prevalencia de Varroa (*destructor*) y posibles factores de riesgo, en dos apiarios ubicados en la provincia de Pichincha-Ecuador. [

- Tesis de pregrado, Universidad de las Américas]. Obtenido de <https://dspace.udla.edu.ec/bitstream/33000/2891/1/UDLA-EC-TMVZ-2013-07%28S%29.pdf>
- Underwood, R y López, M. (2023). Métodos para el control de *destructor*: un enfoque de manejo integrado de plagas. Obtenido de https://extension.psu.edu/metodos-para-el-control-de-varroa-destructor-un-enfoque-de-manejo-integrado-de-plagas?utm_source=chatgpt.com
- Vásquez, O., Mestanza, B., y Alarcón, R. (2016). Características morfológicas, comportamiento higiénico y agresividad de abejas criollas *Apis mellifera sp.* *Investigación y cultura*, 5. <https://www.redalyc.org/journal/5217/521753139003/html/min>
- Vásquez, R., Martínez, R., Ortega, N., y Maldonado, W. (2021). *Conceptos fundamentales de producción apícola* (2.a Edición).
- Velásquez Gutiérrez, B. D., y Vargas Bautista, G. A. (2016). Diagnóstico de enfermedades parasitarias en abejas africanizadas *Apis mellifera* en el municipio de Marsella, Risaralda, Colombia. *Revista De Investigación Agraria Y Ambiental*, 7(1), 183-191. Obtenido de <https://doi.org/10.22490/21456453.1618>
- Vásquez, A., Schwentwsius, R. y Sangerman, D. (2021). Caracterización de especies de abejas nativas y su relación biocultural en la Mixteca oaxaqueña. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 12. Obtenido de <https://www.scielo.org.mx/pdf/remexca/v12n1/2007-0934-remexca-12-01-101.pdf>
- Yamamoto, M., y Souza, L. (2011). Morphoanatomy and aspects of floral biology from *Myrcia guianensis* (Aublet) A. P. de Candolle and *Myrcia laruotteana* Cambesse (Myrtaceae). *Biological Sciences*, 3. <https://doi.org/10.4025/actascibiolsci.v33i3.6647>
- Yániz, J., Ángel-Beamonte, E., y Sales, E. (2017). *Characterization of the honey bee in the province of Huesca*. IUCA <http://revistas.iea.es/index.php/LUMALL>
- Zachary, H. (2014). Biología reproductiva de la varroa. Departamento de Entomología de la Universidad Estatal de Michigan. Obtenido de <https://coronaapicultores.blogspot.com/2014/03/biologia-reproductiva-de-la-varroa.html>

ANEXOS

Anexo 1

Cámaras de cría con piso sanitario



Anexo 2

Sobre de Thymol



Anexo 3

Laminas adhesivas

