



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

DIRECCIÓN DE POSGRADO

MAESTRÍA EN CIENCIAS VETERINARIAS

MODALIDAD: PROYECTO DE DESARROLLO

Título:

Eficacia del Apiguard para el control del ácaro Varroa destructor en colmenas de *Apis mellifera* en la zona central del Ecuador

Trabajo de titulación previo a la obtención del título de Magíster en Ciencias Veterinarias

Autor:

Vargas Hidalgo Junior Stalin

Tutor:

DMV. Chacón Marcheco Edilberto, PhD.

LATACUNGA –ECUADOR

2022

APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor del Trabajo de Titulación “**Eficacia del Apiguard para el control del ácaro Varroa destructor en colmenas de *Apis mellifera* en la zona central del Ecuador**” presentado por Vargas Hidalgo Junior Stalin, para optar por el título magíster en Ciencias Veterinarias.

CERTIFICO

Que dicho trabajo de investigación ha sido revisado en todas sus partes y se considera que reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación para la valoración por parte del Tribunal de Lectores que se designe y su exposición y defensa pública.

Latacunga, octubre, 03, 2022



PhD. Edilberto Chacón Marcheco

C.C. 1756985691

APROBACIÓN TRIBUNAL

El trabajo de Titulación: **Eficacia del Apiguard para el control del ácaro Varroa destructor en colmenas de *Apis melifera* en la zona central del Ecuador**, ha sido revisado, aprobado y autorizada su impresión y empastado, previo a la obtención del título de Magíster en Ciencias Veterinarias; el presente trabajo reúne los requisitos de fondo y forma para que el estudiante pueda presentarse a la exposición y defensa.

Latacunga, noviembre, 15, 2022



MSc. Silva Déley Lucía Monserrath
C.C. 0602933673
Presidente del tribunal



MSc. Toro Molina Blanca Mercedes
C.C. 0501720999
Lector 2



MSc. Quishpe Mendoza Xavier Cristóbal
C.C. 0501880132
Lector 3

DEDICATORIA

A mis padres y familiares, pero en especial a
mí hija Amy Azucena quien ha sido es y será
mi motor en todos los proyectos académicos
y de vida.

Junior Stalin

AGRADECIMIENTO

agradecimiento más sincero al Dr. Hugo Rosero funcionario de AGROCALIDAD quien ayudo y facilito la obtención del producto Apiguard para el estudio a favor de la producción apícola nacional. Al Dr. Edilberto Chacón M. por su apoyo en la realización del trabajo investigativo.

Junior Stalin

RESPONSABILIDAD DE AUTORÍA

Quien suscribe, declara que asume la autoría de los contenidos y los resultados obtenidos en el presente Trabajo de Titulación.

Latacunga, octubre, 15, 2022



Junior Stalin Vargas Hidalgo
C.C. 1600415713

RENUNCIA DE DERECHOS

Quien suscribe, cede los derechos de autoría intelectual total y/o parcial del presente trabajo de titulación a la Universidad Técnica de Cotopaxi.

Latacunga, noviembre, 15, 2022.



Junior Stalin Vargas Hidalgo

C.C. 1600415713

AVAL DEL VEEDOR

Quien suscribe, declara que el presente Trabajo de Titulación: Eficacia del Apiguard para el control del ácaro *Varroa destructor* en colmenas de *Apis mellifera* de la zona central del Ecuador, contiene las correcciones a las observaciones realizadas por los lectores en sesión científica del tribunal.

Latacunga, noviembre, 15, 2022



MSc. Silva Déley Lucía Monserrath

C.C. 0602933673

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
DIRECCIÓN DE POSGRADO
MAESTRÍA EN CIENCIAS VETERINARIAS

Título: Eficacia del Apiguard para el control del ácaro Varroa destructor en colmenas de *Apis mellifera* en la zona central del Ecuador

Autor: Vargas Hidalgo Junior Stalin

Tutor: DMV. Chacón Marcheco Edilberto, PhD.

RESUMEN

La producción apícola ecuatoriana enfrenta sin lugar a duda una problemática muy grande en temas sanitarios considerando que los tratamientos que se establecen son a base de productos naturales y en ocasiones químicos, los primeros no están estudiados científicamente y no existen dosis reguladas y los segundos representan un riesgo para el operario y una contaminación para los productos de la colmena. Por lo cual el objetivo de la investigación fue evaluar la eficacia del Apiguard para el control de Varroa destructor en colmenas de *Apis mellifera* de la zona central del Ecuador. La investigación se realizó en la parroquia de Río Negro, ubicada al suroccidente a 30 Km de la ciudad de Baños de Agua Santa, Tungurahua. Para el estudio se utilizó el Apiguard en dosis total de 50 gr por colmena, aplicada mediante un diseño completamente al azar en 20 colmenas distribuidas aleatoriamente en los siguientes tratamientos: T1, n = 5 (12,5 g); T2, n = 5 (25 g); T3, n = 5 (50 g), así como un grupo control T0, n = 5, sin ningún tipo de aplicación, con 5 repeticiones por tratamiento. Las tasas de infestación se evaluaron antes y después de cada aplicación del Apiguard. Todos los datos fueron analizados mediante el paquete estadístico SAS v.9.4 (SAS Institute Inc., Cary, NC, USA). Para aquello, los datos previamente fueron comprobados con un test de normalidad y heterogeneidad. El uso de Apiguard en dosis de 25 g/colmena, demostró ser eficiente para disminuir la incidencia a umbrales no dañinos la presencia de Varroa destructor. La dosis terapéutica recomendada por el fabricante de 50 g/colmena, mostró influencias directas de factores climatológicos como es la temperatura ambiente y humedad relativa. La investigación muestra los primeros resultados en condiciones del trópico ecuatoriano, siendo una primera aproximación para nuevos estudios a largo plazo que permitan profundizar en el comportamiento de la Varroa destructor en función de la climatología ecuatoriana.

PALABRAS CLAVE: *Apis mellifera*; Varroasis; Timol; Apiguard

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
DIRECCIÓN DE POSGRADO
MAESTRÍA EN CIENCIAS VETERINARIAS

Title: EFFICACY OF APIGUARD FOR THE CONTROL OF VARROA DESTRUCTOR MITE IN APIS MELIFERA HIVES IN CENTRAL ECUADOR.

Author: Junior Stalin Vargas Hidalgo

Tutor: DMV. Chacón Marcheco Edilberto, PhD.

ABSTRACT

Ecuadorian beekeeping production undoubtedly faces a very big problem in sanitary issues considering that the treatments that are established are based on natural products and sometimes chemicals, the former are not scientifically studied and there are no regulated doses and the latter represent a risk for the operator and a contamination for the products of the hive. Therefore, the objective of the research was to evaluate the efficacy of Apiguard for the control of Varroa destructor in Apis mellifera hives in the central zone of Ecuador. The research was carried out in the parish of Rio Negro, located in the south-west, 30 km from the city of Baños de Agua Santa, Tungurahua. For the study, Apiguard was used in a total dose of 50 g per hive, applied in a completely randomized design in 20 hives randomly distributed in the following treatments: T1, n = 5 (12.5 g); T2, n = 5 (25 g); T3, n = 5 (50 g), as well as a control group T0, n = 5, without any application, with 5 replicates per treatment. Infestation rates were evaluated before and after each application of Apiguard. All data were analyzed using the statistical package SAS v.9.4 (SAS Institute Inc., Cary, NC, USA). For this, the data were previously checked with a normality and heterogeneity test. The use of Apiguard at a dose of 25 g/hive proved to be efficient in reducing the incidence of Varroa destructor to non-harmful thresholds. The therapeutic dose recommended by the manufacturer of 50 g/hive showed direct influences of climatological factors such as ambient temperature and relative humidity. The research shows the first results in conditions of the Ecuadorian tropic, being a first approximation for new long-term studies that allow to deepen in the behavior of Varroa destructor in function of the Ecuadorian climatology.

KEYWORD: *Apis mellifera*; Varroasis; Varroasis; Thymol; Apiguard

GOMEZ ZURITA SUSY NATALIA con cédula de ciudadanía número: 0602988099 Magíster en la Enseñanza del idioma inglés como lengua extranjera. Con número de registro de la SENECYT: 1010-2019-2062187 CERTIFICADO: haber revisado y aprobado la traducción del idioma inglés del resumen de trabajo de investigación con el título: **Eficacia del Apiguard para el control del ácaro Varroa destructor en colmenas de *Apis mellifera* en la zona central del Ecuador** de Junior Stalin Vargas Hidalgo, aspirante a Magíster en Ciencias Veterinarias.

Latacunga, 11,10, 2020.


Susy Natalia Gómez Zurita
ID: 0602988099

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CAPITULO 1. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Justificación.....	2
1.2 Planteamiento del problema.....	3
1.3 Hipótesis.....	4
1.4 Objetivos de la Investigación	4
CAPÍTULO II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	5
2.1 La Apicultura	5
2.2 Las Abejas.....	5
2.3 Clasificación Taxonómica de la Abeja melífera	6
2.4 Razas de Abejas Mellifera	6
2.5 Clases sociales.....	9
2.6 La abeja reina	9
2.7 Las obreras	9
2.8 Funciones de las obreras	9
2.9 Zánganos	10
2.10 Aparato reproductor masculino.....	11
2.11 Aparato reproductor femenino	11
2.12 La enjambrazón.....	11
2.13 Alimentación en Abejas	11
2.14 El Apiario	13
2.15 Formación del Apiario	14
2.16 Instalación	14
2.17 Enfermedades de las Abejas	15
CAPÍTULO III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	27
3.1 Ubicación y descripción.....	27
3.2 Delimitación.....	27

3.3 Clima (temperatura, precipitación)	28
3.4 Cobertura vegetal	28
3.5 Manejo del experimento.....	29
3.6 Análisis estadísticos	30
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	31
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	41
5.1 CONCLUSIONES	41
5.2 RECOMENDACIONES	41
CAPÍTULO VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	42
CAPÍTULO VII. ANEXOS	50

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Clasificación Taxonómica de la Abeja melífera según Proyecto de factibilidad para la producción y comercialización de miel de abeja.	6
Tabla 2 Requerimientos alimenticios y nutricionales de las abejas.....	12
Tabla 3 Taxonomía del ácaro (Varroa destructor).	21
Tabla 4 Tratamientos utilizados en el experimento	29
Tabla 5 Tasa de infestación inicial y final de Varroa destructor así como la eficacia relativa de acuerdo con cada tratamiento acaricida.	38

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Hembra de <i>Acarapis woodi</i>	19
Figura 2. Vista dorsal y ventral de la varroa.	20
Figura 3. Ubicación geográfica de la parroquia de Río Negro.	27
Figura 4. Valores iniciales de conteo de Varroa \times 200 individuos (A) y tasa de infestación (B) expresada como (%), de acuerdo con los tratamientos establecidos (T1, 12,5 g; T2, 25 g; T3, 50 g, y control CON, sin ningún tipo de aplicación).	31
Figura 5. Conteo de Varroa destructor respecto al periodo de muestreo.	33
Figura 6. Tasa de infestación (%) respecto al periodo de muestreo.	35
Figura 7. Resumen sobre la dinámica de población de Varroa destructor después de cada tratamiento (T1, 12,5 g; T2, 25 g; T3, 50 g, y T0, sin ningún tipo de aplicación). Los errores estándar de la media están representados por las barras verticales.	37
Figura 8. Regresión lineal simple mostrando la relación entre el Apiguard (12,5; 25; y 50 g/colmena) con el conteo de Varroa (A) así como con la tasa de infestación (B). Los datos son presentando logarítmicamente transformados.	40

CAPITULO 1. INTRODUCCIÓN

La presencia del ácaro varroa a nivel mundial es un problema con el cual los apicultores deben luchar incansablemente para lograr un control efectivo y por esta causa se han implementado varias investigaciones para evitar y controlar la diseminación de este acaro en los colmenares (1), la apicultura en muchos países de Latinoamérica pasó a formar parte de una actividad económicamente productiva para los apicultores que van creciendo con este sistema de producción.

Ecuador tiene un gran potencial para apicultura según datos emitidos por Agrocalidad (2), existen 902 explotaciones apícolas, de las cuales el 70 % se encuentra en la Sierra, el 23 % en la Costa y el 7 % en el Oriente, con un total de colmenas de 12 188 colmenas, Loja es la provincia con mayor número de explotaciones apícolas (183 colmenares) que representan el 20 % del total de colmenares; continua Manabí y Pichincha con el 14 % y 12 % a nivel nacional.

El ácaro varroa en sus diferentes fases importante sin embargo de manera significativa afecta a las provincias de Carchi, Esmeraldas, Imbabura y Pichincha, con prevalencias superiores al 5 %, este reporte causa impacta y limita la producción apícola ecuatoriana (3).

El crecimiento de las actividades pecuarias no siempre viene acompañado con un acompañamiento técnico y en Ecuador se ha podido visualizar una escasa o nula importancia a la parte patológica y programas sanitarios que se deben implementar resultando una baja producción de este sector (2). Cabe mencionar que las abejas melíferas son muy importantes en el funcionamiento de los ecosistemas y en los rendimientos agrícolas (5).

Por otra parte, la actividad apícola genera muchos beneficios ya sea artesanal o industrial que a más de su principal producto la miel obteniendo api productos como

cera, polen, propóleos, jalea real, apitoxina, obteniendo ingresos económicos para los pequeños, medianos y grandes productores (3).

La apicultura se ve afectada por las plagas y enfermedades de las abejas generando preocupación e inestabilidad de la producción apícola esto afecta directamente a disminución de colmenares en todo el mundo, acentuándose en que el ectoparásito *Varroa destructor* no solo infecta larvas, también a individuos adultos, considerando que su ciclo biológico se acopla perfectamente al de la insecto melífero provocando la disminución progresiva de individuos y consecuentemente la muerte de la colmena en pocos años si no se trata a tiempo y de manera adecuada (4).

Los productos orgánicos usados en el control de Varroasis como ácido fórmico o timol han respondido de manera positiva considerando la temporada de aplicación de los tratamientos en otros países de condiciones climáticas diferentes al nuestro, porcentaje de concentración, dosificación y frecuencia (5). Cabe mencionar que el timol se puede encontrar de forma natural en el follaje en plantas como *Oxalis* y *Rumex*, productos de la colmena como la miel también posee timol con esto se asevera que al aplicar contra el acaro varroa no se produce una contaminación de la miel, este compuesto tiene una disociación muy elevada permanentemente, por lo cual es más acidificante que el ácido cítrico, acético o láctico, demostrando alta efectividad acaricida en pruebas realizadas en periodos donde las colmenas están sin cría, proporcionando condiciones eficaces por encima del 90% teniendo en cuenta factores como la posición en la colmena, la humedad, la temperatura ambiental, el tamaño de la colmena y la presencia de cría entre otros factores (6).

1.1 Justificación

Desde la migración de la abeja melífera asiática (*Apis cerana*) a la abeja melífera europea (*Apis mellifera*), el ácaro varroa destructor se ha convertido en un problema importante para la apicultura en todo el mundo. Debido a una breve historia de coevolución, la relación huésped-parásito entre *A. mellifera* y *V. destructor* está desequilibrada por ende las abejas melíferas sufren efectos de infestación a nivel individual de colonia y de población(7). Las estrategias de invasivas de la varroa se han centrado en la cría de abejas a pesar de la creciente evidencia de la diversidad

genética y la capacidad de evolución de varroa, por ende hay que estudiar esta interacción huésped-parásito (8).

La preocupación productiva y sanitaria incluye el incremento de la resistencia a los productos utilizados como acaricidas en la población de varroa lo que sugiere que los ácaros se están volviendo más virulentos, por otra parte, las colonias débiles altamente infestadas facilitan la dispersión de ácaros y la transmisión de enfermedades a colonias más fuertes y saludables (9). Las abejas pecoreadoras de las colonias infestadas por varroa muestran una capacidad de vuelo y de retorno reducida, (10). viendo afectada la maniobrabilidad de vuelo y la capacidad de aprendizaje, como una consecuencia esto podría contribuir a la mortalidad de las colonias de abejas inducida por varroa (11).

Existen varios tratamientos caseros que se han venido probando a nivel mundial y sobre todo nacional con poco éxito y sobre todo no existen productos registrados ante la autoridad sanitaria nacional que garanticen su efectividad en el control de Varroasis, existiendo varios experimentos con diferentes productos y diferentes dosis donde la toxicidad acaricida para ectoparásito a es igual o más toxica para las abejas(12).

1.2 Planteamiento del problema

En la actualidad la producción apícola ecuatoriana muestra un incremento progresivo, sin embargo, la Varroasis también es conocida como garrapata de las abejas está presente y según Gregorc et al (13), se considera como la más perjudicial para nuestros insectos polinizadores mermando su población de no ser combatida con eficiencia. Al no distinguir categorías de los individuos la Varroasis está presente en todas las fases de las abejas, disminuyendo la productividad de miel y en consecuencia la ganancia económica de los productores, cabe mencionar, que a este acaro no se puede erradicar completamente, por ende, solo se puede controlar mas no eliminar, entre las diferentes maneras de control existente la más fiable y amigable naturalmente es la manera orgánica de tratamiento, porque al suministrar o utilizar el método químico se estaría generando residuos químicos que generan resultados negativos al finalizar la producción apícola, provocando residuos presentes en la cera, miel y polen.

El ácaro ha evolucionado de tal manera que puede realizar espionaje químico que le ayuda a camuflarse entre larvas y abejas adultas al captar señales químicas que le ayudan a evitar los mecanismos de defensa de las abejas, por tal motivo se ha visto diversos tratamientos contra *Varroa* que han surgido a lo largo del tiempo, desde tratamientos químicos con fluvalinato, flumetrina, coumafos o Amitraz que han creado poco a poco la resistencia ante estos químicos por parte del ácaro, pero por otro lado los métodos más naturales como el uso de aceites herbales, propóleo, hongos entomopatógenos, entre otros, han investigados para así poder aportar de una manera orgánica sin perjudicar la calidad y la producción (14).

Los apicultores suelen realizar diferentes estrategias de manejo integrado de plagas (MIP) fomentan el uso combinado de ambos tipos de acaricidas y otras prácticas apícolas para lograr un mejor control a largo plazo del ácaro, pero los apicultores se han basado principalmente en acaricidas duros porque son más rápidos y generalmente más efectivos (15).

1.3 Hipótesis

La aplicación del Apiguard pudiera contrarrestar las tasas de infestación del acaro *Varroa destructor*.

1.4 Objetivos de la Investigación

1.4.1 Objetivo General

Evaluar la eficacia del Apiguard para el control de *Varroa destructor* en colmenas de *Apis mellifera* de la zona central del Ecuador.

1.4.2 Objetivos Específicos

- Determinar la tasa de infestación de *Varroa destructor* en el estado forético de *Apis mellifera* de la zona central del Ecuador.
- Evaluar la eficacia varroicida y la dinámica de mortalidad de los ácaros con la aplicación de Apiguard en las condiciones ambientales de la zona de estudio.

CAPÍTULO II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1 La Apicultura

Proviene del latín Apis (abeja) y Cultura (cultivo), es decir, la ciencia que se dedica a la producción de estos insectos melíferos. Esta actividad pecuaria es muy versátil considerando las bondades que se obtiene el producto emblemático que es la miel, seguido el polen, propóleos, cera, jalea real y apitoxina, generando ingresos extras por la venta de material vivo como núcleos y abejas reinas mejoradas (16).

En la actualidad la apicultura es una actividad que se ha extendido en todos los países del mundo debido a su gran adaptabilidad en diferentes pisos climáticos. En Ecuador la apicultura es una actividad que se realiza con mayor frecuencia en la Sierra debido a su amplia flora melífera, que permite el desarrollo óptimo de las colmenas. Se puede mencionar que a nivel nacional, el 70% de la producción apícola se realiza en la sierra, mientras que el 23% se realiza en la costa y apenas el 7% de la apicultura se realiza en la región Oriental (17).

2.2 Las Abejas

Las abejas pertenecen al orden de los himenópteros, del género Apis y especie melífera, estos insectos son se caracterizan por formar sociedades extensas en número llamándose colmenas y cada integrante tiene funciones específicas que van a acorde a su desarrollo etario y físico, la abeja melífera (*Apis melífera L.*) es una especie nativa de África, oeste de Asia y Europa, introducida en todos los demás continentes por mano del hombre, excepto la Antártica; primariamente para la producción de miel y secundariamente para la polinización de cultivos, actualmente es el animal más utilizado para esta tarea (18).

La apicultura moderna se caracteriza por utilizar cajas de madera denominadas colmenas que han sido perfeccionadas a través del tiempo lo cual ha permitido dar un buen manejo productivo y sanitarios obteniendo un incremento en los réditos económicos (19).

2.3 Clasificación Taxonómica de la Abeja melífera

La abeja mellifera es un insecto perteneciente al orden de los Himenópteros a la familia Apidae y al género Apis, la *Apis mellifera L.* Es la abeja domesticada por el hombre y se localiza en zonas tropicales de Europa y África, de la que se amplió al resto del mundo (Asia y América) (20).

Tabla 1 Clasificación Taxonómica de la Abeja melífera según Proyecto de factibilidad para la producción y comercialización de miel de abeja.

Reino	Animalia
Tipo	Artrópodos
Clase	Insecta
Orden	Himenópteros
Familia	Apidae
Género	Apis
Especie	<i>Apis mellifera</i>

Fuente: (21).

2.4 Razas de Abejas Mellifera

Abejas Negras

Llamadas también *Apis mellifera mellifera* son originarias del norte de Europa (21).

Tienen las siguientes características:

- Que son nerviosas y agresivas.
- Abandonan rápidamente el panal.
- Desarrollan lento en primavera.
- Su máximo desarrollo llega a colonia mediana.

Abejas Italianas

Llamadas también *Apis mellifera ligústica* originarias de Italia, su comportamiento generalmente es tranquilo, tiene una predisposición a producir nidos de cría de gran tamaño, son precoces al comienzo de la primavera. Por el buen instinto para la construcción son elogiadas, su clima es mediterráneo: invierno corto, benigno y húmedo; verano seco con prolongado flujo de néctar. La Abeja Italiana tienen un buen desarrollo en climas similares pero presenta muchas complicaciones donde no logra aclimatarse fácilmente (22).

Tienen las siguientes características:

- Son habitualmente mansas.
- Producen gran cantidad de crías.
- Postura a comienzo de primavera.
- Invernan en colonias fuertes.
- Tienen un alto consumo de alimento.

Abejas Carniolas

La abeja carniolas son fáciles de identificarles porque portan en su totalidad un color característico de gris plateado, los segmentos del abdomen son negros y recubiertos de una pelusa blancuzca que permite distinguir estas abejas de las morenas. Son muy tranquilas poco pilladora, eficiente pecoreadora (gracias a su lengua larga). Son malas constructoras y propensas a la enjambrazón. Después de la italiana es la abeja más extendida en el comercio mundial (23).

Tienen como características:

- Es una de las razas más tranquilas y más mansas.
- Invernan en colonias pequeñas y con poco consumo de alimento.
- Desarrollan rápido y no realizan pillaje.
- Su cámara de cría es grande y solo se mantienen una sola cámara.
- En otoño reducen su población rápidamente y son poco propolizadoras.
- Presentan buen sentido de la orientación.

- Su ritmo de producción de crías es muy intenso y generan una entrada del polen en primavera

Abejas Caucásicas

Denominadas también como *Apis mellifera caucásica.*, son originarias de los altos Valles del Caucazo Central (24).

Tienen como características:

- Producen muchas crías.
- Son mansas.
- Viven en colonias fuertes.
- Tienen enjambrazón débil.
- Manipulan grandes cantidades de propóleos.
- Gran susceptibilidad a la enfermedad nosema.
- Pueden equivocarse de colmena.

Abejas Africanas

También conocida con el nombre de *Apis mellifera adamsoni.* Esta subespecie tiene su área de distribución en Nigeria, Burkina Faso, Senegal, Congo y Camerún (25).

Sus características son:

- Gran capacidad de trabajo y facilidad de reproducción.
- Producen más miel que las abejas europeas, entre un 25% y 100%.
- Son muy agresivas y más de 50 picaduras matan a un animal o a un humano.
- Son veloces en vuelo y lo hacen de alturas elevadas.
- Roban miel de las familias dóciles y luchas para adueñarse de colmenas.
- Sus ataques son en masa y atacan a los animales pequeños y aves.
- Sus ataques son momentáneos y al descuido.

2.5 Clases sociales

De todos los grupos existentes de abejas que hay en el mundo, las meliponinos y las especies del género *Apis* únicamente son consideradas hondamente sociales por su convivencia en colonias perennes con dos tipos de castas entre las reinas y las obreras, cada una de estas presentan una división de labores importantes dentro de la colmena generando una forma de cooperativista. Por otra parte, la convivencia que existe con una o más generación hace que sea simultáneamente eficaces, cabe mencionar que existe una diferencia entre el género *Apis* que es considerado como cosmopolita, que por medio de los meliponinos se encuentran restringidos a las zonas tropicales y subtropicales del mundo, este grupo de abejas son de fundamental importancia para la polinización de las selvas tropicales (26).

2.6 La abeja reina

Es la única hembra fecundada por lo que se convierte en el centro y vida de la familia si se muere, la colonia tendrá que crear otra o de lo contrario desaparecerá. No toma parte del gobierno de la colonia y su función principal es poner huevecillos que aseguren la continuidad y súper vivencia de la sociedad (27).

2.7 Las obreras

Son hembras sexualmente imperfectas y que tienen sus ovarios atrofiados pero su instinto femenino está muy desarrollado y por tal motivo cuidan de la cría, y se preocupan por obtener la comida diaria, las obreras constituyen casi la totalidad de la población de la colmena. Por su falta de órganos reproductores solo obtienen un rudimento de ovario, pero existen ocasiones especiales en que puede colocar huevos esta actividad lo desarrollan principalmente cuando se han quedado sin reina. Por la postura de huevos sin ningún orden alguno, es fácil identificar este tipo de anomalía y es imprescindible que el apicultor coloque una reina para poder salvar la colmena porque de su intensidad de su trabajo depende cuánto vive una obrera, en la época de gran trabajo en la colmena su nivel de existencia es entre 3 y 6 semanas cabe resaltar que en verano viven hasta 2 meses mientras tanto que en invierno pueden llegar a vivir de 5 a 7 meses (27).

2.8 Funciones de las obreras

Las obreras al obtener las aptitudes fisiológicas de su desarrollo cumplen distintas funciones tales como la limpieza de las celdas del panal para que la reina pueda

aovar en ellas, por la facilidad de alimentarse entre sí las glándulas hipofaríngeas se han desarrollado y comienzan a alimentar a la cría de diferentes edades. Las nodrizas más jóvenes son las que alimentan las larvas de mayor edad, pero las que tienen entre seis y doce días son las que alimentan a las que están en las celdas reales y de la misma manera alimentan las larvitas que están de tres días de edad. Las glándulas hipofaríngeas o cervicales son las promotoras de la jalea real el cual contiene un alto poder nutritivo. cuando la obrera cumple su sexto día y está en su plenitud física, se la ve caminar velozmente por los panales y también volar. Durante las horas cálidas del día abandona por momentos su tarea de nodriza para realizar los primeros vuelos y realizar recorridos circulares por toda la colmena. La abeja obrera a partir del duodécimo día abandona definitivamente su trabajo de nodriza permaneciendo en la colmena para realizar la actividad de recibir y distribuir la entrada de néctar, el néctar puede tener un porcentaje muy alto de humedad que impide su almacenamiento. Sus glándulas faríngeas se atrofian a partir de los trece días aproximadamente y comienzan a desarrollarse las glándulas cereras las cuales se encuentran alojadas en la parte ventral del abdomen. Por medio de la cera las abejas pueden realizar la construcción y la reparación de los panales, por ende, para que se produzca la secreción de cera se necesita abundante aporte nectarífero y una temperatura elevada. Para que las constructoras o escultoras obtenga la será y den su destino definitivo en los panales, las obreras realizan una actividad de sujeción de las patas de unas con otras y forman guirnaldas que se pasan unas pequeñísimas escamas de cera el cual serán utilizadas para construcción o reparación (27).

2.9 Zánganos

Los zánganos nacen de un huevo sin fecundar, ellos solo viven durante la primavera y el verano y su principal función es la fecundación de la reina y para brindar calor al núcleo de la colmena en donde se ubican los huevos. Los zánganos que fecundan a la reina mueren, esto asegura no caer en la consanguinidad. No intervienen en la recolección de néctar, ni en la elaboración de miel, ni en la defensa de la colmena ya que no poseen aguijón y que su única función es la de copular con la reina. En cada colmena hay unos 1.000 zánganos y se recomienda al apicultor que trate de mantener la producción de zánganos a un mínimo (27).

2.10 Aparato reproductor masculino

Posee un par de testículos foliculosos que originan los espermatozoides, que al madurar los espermatozoides migran a las vesículas seminales. La secreción de dos glándulas confluye con los espermatozoides en el canal eyaculador y se forma el semen. El semen se acumula en el bulbo y es expulsado en la vagina de la reina, al momento de la cópula (28).

2.11 Aparato reproductor femenino

La reina al ser la única desarrollada posee dos ovarios, cada uno está constituido por tubos finos (ovariolas) que convergen en un conducto lateral, los conductos se unen en un oviducto 10 que desemboca en la vagina, sobre su pared dorsal está la espermateca donde almacena el semen (29).

2.12 La enjambrazón

Estos factores (sobrepoblación, congestión, bloqueo de espacio de cría, exceso de nodrizas con capacidad de secretar jalea y propensión genética), en conjunto, son los que provocan la fiebre de enjambrazón, o acciones distintivas de la abeja que promueve la división de la población por medio de la migración de una parte considerable de ésta, la que ha de dar lugar al nacimiento de un nuevo individuo. Al núcleo poblacional que emigra se lo denomina enjambre, sólo durante el tiempo que dura la migración. En cuanto se establece definitivamente en un sitio ya lo consideramos una nueva colonia. Poco antes de enjambrar la colonia genera celdas reales para obtener otras reinas y poder dividirse. Aproximadamente una semana antes de que la joven reina salga de su celda se produce la enjambrazón (30).

2.13 Alimentación en Abejas

En la alimentación las abejas melíferas consumen de una forma natural miel, mielatos, polen y agua. Para la recolección de estos últimos insumos (mielatos, polen y agua) en el entorno es realizada por las abejas pecoreadoras que salen a explorar y buscar los alimentos requeridos por la colmena para mantenerse viva y estar en unas óptimas condiciones para su desarrollo y su multiplicación del mismo (31). Para el desempeño de sus funciones vitales las abejas requieren de igual manera la presencia de proteínas, carbohidratos, minerales, grasas y vitaminas, estas se consiguen con la recolección de néctar, resinas, agua y polen su composición química de estas dependerá de las especies vegetales existentes.

Es complejo determinar las necesidades nutricionales de la colonia sabiendo que conforme cambia su etapa de desarrollo y época del año también varía sus requerimientos alimenticios. De la misma forma se ve afectado su comportamiento y su biología esto hace que sean autosuficientes y tengan esa capacidad de conseguir sus propios alimentos, volviéndose una tarea muy compleja y en caso de que se requiera proporcionar una alimentación suplementaria no existen parámetros establecidos de sus requerimientos (32).

Tabla 2 Requerimientos alimenticios y nutricionales de las abejas.

Requerimientos nutricionales de la abeja	
Azúcares	5 – 80%
Compuestos nitrogenados	
Minerales	
Ácidos orgánicos	
Vitaminas (ácido ascórbico)	
Lípidos	1 – 5%
Sustancias aromáticas	
Proteínas	15 – 30%
Aminoácidos libres	10 – 13%
Hidratos de carbono	
Sales minerales	2.5 – 3.5%

Fuente: (32).

Donde se sitúe un apiario las necesidades de alimentos de las colonias de abejas son grandes y debe estar en un lugar donde les ofrezca las condiciones adecuadas para que no generen migraciones de colmenas por falta del mismo, cabe resaltar, que en mucho de los casos no siempre existe la presencia del abasto de agua potable. El suministro de azúcar no es un alimento completo ya que sólo aporta carbohidratos como fuente energética, por otra parte, las proteínas las obtiene del polen de las flores, el cual está constituido por compuestos nitrogenados tales como grasas, vitaminas y minerales lo que son muy fundamentales para el desarrollo de las larvas (33).

Se ha suministrado la alimentación con azúcar en dos modalidades, según su

objetivo: como líquido (estimulante) en jarabe, y sólida (sostenimiento) como azúcar humedecida, esto va en dependencia del estado físico de la colmena y la época del año en la que se encuentre la misma. La aplicación del azúcar humedecido en la época que no se realice la cosecha y hasta seis semanas antes de comenzar la misma, se coloca en el interior de la colmena en alimentadores individuales. Para la aplicación de del jarabe se le suministra próximo a la cosecha y se prepara a razón de dos partes el cual debe obtener agua hervida y una de azúcar o miel con el fin de generar estimulación de postura a la reina y la secreción de cera por las obreras (33).

2.14 El Apiario

Para la implementación de un apiario hay que tener en cuenta la ubicación e instalación del colmenar para así brindar todas condiciones ideales en lo referente a inocuidad de los productos apícolas, seguridad de los trabajadores, población y el ambiente menos estresante para las abejas, por lo tanto hay que tener en cuenta siempre los posibles riesgos y mitigar cada uno de ellos para no obtener problemas de producción, por ende se debe disponer de un plan de acción que describa todas las estrategias y acciones para justificar que el predio es adecuado para la implementación de un colmenar, es recomendable mantener fuera de áreas pobladas, la distancia recomendada es de mínimo 200 metros lineales (34).

Se debe suplementar un acceso fácil hacia el lugar donde se encuentra el colmenar, el cual debe ser adecuado y con espacios suficiente tanto para el tránsito vehicular como para el peatonal, es importante la ubicación de las colmenas para el libre acceso en lugares cercanos de fuentes naturales de agua y de plantas que son fuente alimento para las abejas, no se debe implementar en cualquier lugar peor aún en áreas que existan aguas residuales o residuos tóxicos. Si en el área donde se quiere implementar esta producción no existe la presenciada agua se debe colocar bebederos para abastecer el requerimiento del colmenar, hay que tener en cuenta de igual manera el balance entre sol, sombra y ventilación, evitando lugares húmedos. Si se encuentra en lugares de mucho calor se deberá suplementar sombra, pero de igual manera se debe evitar sombras muy cerradas (34).

2.15 Formación del Apiario

Para la formación de un apiario hay que tener en cuenta que un apiario es el conjunto de dos o más colmenas y que llega a un máximo de treinta en un mismo lugar con un área de recolección de hasta tres Km cuadrados. Para formar el apiario, existen distintas alternativas. Se debe elegir según las posibilidades y conveniencias (35).

Como alternativas para la formación de un apiario se destaca:

- La compra inicial de núcleos
- La compra de paquetes de abejas.
- La captura de enjambres.
- Además de comprar colmenas pobladas

2.16 Instalación

Es importante instalar las colmenas sobre la base de un banco, a una altura de 30cm de la base al suelo, favoreciendo la ventilación y facilitando el manejo. Debe tener una pequeña pendiente para que pueda escurrir el agua y permitir el control de insectos (35).

En referencia al modelo, son más utilizadas las colmenas tipo Langstroth, pues cubren gran parte de los requisitos de las abejas y del apicultor. La distancia entre panales definida por el espacio abeja, facilita el adecuado mantenimiento de la temperatura dentro del nido de cría y la correcta regulación de la humedad durante la maduración de la miel (34).

2.16.1 Ubicación y Disposición

Para elegir un buen sitio debiéramos asegurarnos que (36):

- Tener entrada accesibles de néctar abundante.
- La distancia no menos de 2.5 Km de a otros apiarios.
- Para la cantidad de colonias a ubicar depende del lugar, pero para ser eficiente en el uso del tiempo, los viajes para control y el trabajo en las colmenas se considera que el lugar debiera poder sostener la producción de 40-50 colmenas.

- Buenos accesos con suelo firme que facilite movimiento en épocas de mucho trabajo y cuando se deba mover material pesado.
- Optar por una buena fuente de agua cercana para que las abejas colecten grandes cantidades de agua para que las mismas sean utilizadas para disminuir la temperatura de la colmena en tiempos de climas cálidos y también para diluir el alimento que les suministran a las larvas.
- Un lugar seco con muy buena circulación de aire y luz solar, para reducir la incidencia de enfermedades que son llamadas enfermedades de stress y que pueden llegar a provocar muertes y pérdidas del colmenar.
- Fuera de zonas inundables, es importante averiguar si la zona se ha inundado alguna vez para tomar decisiones en cuanto a su ubicación o para tomar las diferentes precauciones.
- La orientación del apiario es de Este o Sur para favorecer a que las abejas vuelen más temprano y trabajen hasta más tarde generando un efecto directo sobre la producción.
- Debe estar lejos de la vista de extraños, para evitar actos de vandalismo y robo en la producción apícola.
- Debe estar lejos de paseos públicos, lugares de circulación de personas y viviendas para evitar accidentes por picaduras, sobre todo si se trabaja con abejas con alto comportamiento de defensa.
- Un buen lugar reparado de los vientos predominantes para no conseguir derivaciones de la misma generando daños al apiario.
- Protegido por animales y lejos de zonas donde se apliquen insecticidas.

2.17 Enfermedades de las Abejas

2.17.1 Enfermedades de declaración obligatoria de las abejas

Las enfermedades de declaración obligatoria de las abejas vienen provocado pérdidas de producción en la apicultura y se han visto reflejadas en dos especies más importantes tales como melífera oriental, *A. cerana* y la melífera occidental, *Apis mellifera*. Las abejas son insectos muy sensibles a las bacterias,

virus y parásitos, su resistencia dependerá de su estado óptimo tanto sanitario como de nutrición para contrarrestar los factores adversos que los amenazan, la presencia de agroquímicos utilizados en los sistemas de producción agrícola en su gran mayoría afecta salud de las abejas, contamina la miel y causa la muerte de colmenas enteras por intoxicación. Por otra parte el Código Sanitario para los Animales Terrestres de la OIE lleva una determinada lista de las principales enfermedades que atacan a las abejas, el país o los territorios miembros, están en la obligación de notificar cuando exista nuevas enfermedades o brotes y así puedan tomar una acción contundente para que sean llevadas conforme al Código Sanitario para los Animales Terrestres de la OIE (37).

2.17.2 Enfermedades causadas por Virus

Como una descripción general podemos mencionar que los virus son los seres vivos más pequeños y que solo constan de un ADN con una envoltura protectora, dicha envoltura se apodera de las células infectadas generando un cambio a su orden de fabricación y obligándolas a fabricar solo más partículas víricas dando como un resultado la muerte de las abejas y en el peor de los casos la muerte de la colmena, entre los más frecuentes tenemos los de la abeja negra o de la parálisis, el cual puede estar de una forma crónica chronic paralysis virus (CPV) o aguda acute paralysis virus (APV) y el de las alas dañadas damage wing virus (DWV), todo esto aparece siempre en el mismo sitio y las mismas fechas (38).

a) Virus de la abeja negra o de la parálisis

Se identifica fácilmente porque las abejas afectadas son expulsadas de la colmena, por lo que se verán en la piquera o alrededores. Inicialmente se les cae el pelo y por sus poros pierden líquidos, lo que les da un aspecto negro acharolado; más adelante comienzan a perder movilidad en las patas traseras, que se extiende a las otras. Suele estar ligado a mala nutrición, generalmente primaveral, en las colmenas más pobladas, aunque puede presentarse en otras épocas, para su tratamiento es conveniente aislar las colmenas afectadas y trasladarlas a una buena floración o a su vez alimentarlas bien y cuidando que tengan una dieta completa. En caso de CPV debería desecharse ese asentamiento por completo (38).

b) Virus de las alas dañadas

Este virus es más factible observar su daño porque principalmente afecta en las alas impidiendo su total desarrollo, lo cual genera complicaciones para su vuelo este virus está estrechamente asociado a la presencia de varroa, la misma que trasmite de una a otra abeja con su picada, y que, al consumir sus reservas corporales genera una prohibición a la fabricación de los péptidos antimicrobianos de defensa, para combatir eficazmente la varroa es preciso brindarles un alimentación completa a las abejas fortaleciendo su sistema inmune y haciéndoles más tolerantes a dicho virus (38).

2.17.3 Enfermedades causadas por Bacterias

a) Loque americana (*Paenibacillus larvae larvae*)

Loque americana, patología apícola de las larvas siendo su agente causal el *Paenibacillus larvaelarvae*, los signos que se presentan principalmente son una coloración pardusca creciente y aspecto pegajoso y elástico de las larvas situadas en el interior de las celdas, los opérculos se encuentran hundidos, porosos con aspecto apariencia grasosa con material deshidratado de larvas. Esta enfermedad después de la Varroasis es la enfermedad que más pérdidas económicas causa a los productores y también considerada de gran importancia a nivel mundial, esta enfermedad no es zoonótica pero si es considerada de notificación obligatoria (39).

Causa

Existen dos 2 formas en estado vegetativo (estado infectivo) y como una espora que puede permanecer hasta por cinco décadas dentro de una celdilla. Cuando la bacteria es activada, la población se enferma presentado debilidad, además se puede esparcir a otras colmenas a causa del pillaje o el pase de zánganos (40).

Tratamiento y Control

La utilización de antibióticos como tetraciclinas es muy común entre los productores apícolas hasta la disminución de los síntomas, el uso de antibacterianos es inefectivo contra las esporas, es por esta razón que la recomendación técnica sanitaria es la incineración de las colmenas con todo su contenido (marcos, alzas,

miel, abejas) posterior a esto se debe desinfectar todo el material utilizado tales como guantes, calzado y ropa de protección caso contrario el apicultor puede expandir la infección en todo el apiario(40).

a) Loque europea (*Mellissococcus pluton*)

Afecta a las larvas no operculadas y su agente causal es el *Paenibacillus alvei*, *Mellissococcus pluton*, *Streptococcus apis*, *Enterococcus faecalis* y otros. Los signos que se pueden encontrar a la inspección de las colmenas son: Afectación a las crías o larvas no operculadas, se evidencia una distribución irregular y desuniforme de la cría también conocida como crea salteada, presenta un olor avinagrado muy característico o en ocasiones parecido a la grasa rancia o a huevo en descomposición, larvas enrolladas en el interior de la celdilla se observan fácilmente, se puede realizar una prueba del palillo la cual consiste en introducir un palillo y extraer el contenido de la celda se formara una beta elástica chiclosa muy característica(41).

2.17.4 Enfermedades causadas por Hongos

a) Pollo escayolado

Causado por el hongo *Ascospaera apis*, y sus esporas con frecuencia están en la mayoría de las colmenas, estas llegan a la larva con el proceso biológico de alimentación, quedan en su intestino inactivas hasta la pupación. El hongo invade todo el organismo posteriormente muere generalmente cuando ha iniciado la diferenciación de la cabeza, lo que le da el aspecto de momia (42).

b) Nosema

Esta enfermedad ocasionada por los *microsporidios* *Nosema apis* y *Nosema ceranae*, que afecta al sistema digestivo de las abejas melíferas, es una enfermedad letal que puede ocasionar la muerte de colmenas enteras conocido como el Síndrome de despoblamiento de colmenas. Asimismo, esta enfermedad es de interés mundial por la resistencia ambiental de las esporas y su facilidad al diseminarse (43).

La Nosemosis impide que las abejas digieran fácilmente su alimento y logren asimilar de una forma adecuada cada nutriente (44). El microsporidio *Nosema*

apis (Zander) es un protozoo exclusivo de las células epiteliales del ventrículo de las abejas adultas, se produce por la ingestión de esporas con el alimento, por la trofalaxis o quizás después de la limpieza de los pelos del cuerpo (45).

Control

Para una medida de control para una medida preventiva se aconseja que las abejas dispongan de agua fresca en abundancia y que la misma se encuentre cerca de la colmena, el uso de fármacos como el fumagillin da buenos resultados porque es específico contra la Nosema, el uso de otros fármacos es inútil (40).

2.17.5 Enfermedades causadas por Parásitos

a) Acariasis (*Acarapis woodi*)

Acariasis (*Acarapis woodi*) es una parasitosis causada por un ácaro traqueal (*A. woodi*). Este parásito infesta principalmente las tráqueas que comunican con el primer par de espiráculos torácicos de las abejas adultas, aunque ocasionalmente pueden encontrarse en los sacos aéreos de la cabeza y tórax (46).

Descripción

En la figura 1 se aprecia una hembras de *A. woodi* tienen una medida de 77 a 81 μm de ancho y una medida de 143 a 174 μm de largo, los machos son más grandes que las hembras, ya que miden de 60 a 77 μm de ancho y 125 a 136 μm de largo, los huevos y las larvas son mayores que los machos y las hembras adultas (46).



Figura 1. Hembra de *Acarapis woodi*.

Fuente: (46).

Tratamiento y control

En el tratamiento y control tradicionalmente se utiliza el Mentol, para mantener las colmenas fuertes se recomienda usar 30 g de cristales dentro de una bolsa plástica con pequeñas perforaciones y en ocasiones es necesario el Cambio de la Reina. En la actualidad existe resistencia en algunas líneas genéticas de abejas (40).

b) La Varroasis (*Varroa destructor*)

Varroa destructor es un ectoparásito, constituido como un agente patógeno de *Apis mellifera scutellata* a nivel mundial, ha contribuido a grandes pérdidas tanto productivas como económicas, por esta razón se le considera como el principal actor del síndrome de despoblamiento de las colmenas que afecta a los productores del mundo y no ha podido ser explicado en su totalidad (47).

Los síntomas que genera la Varroasis (*Varroa destructor*) son colmenas débiles, abejas mal formadas, desorganización social, el consumo anormal de las reservas de miel y cría salteada. Las abejas atacadas por ácaros pueden ser tratadas mediante fumigación usando un pesticida de ser el caso (40).

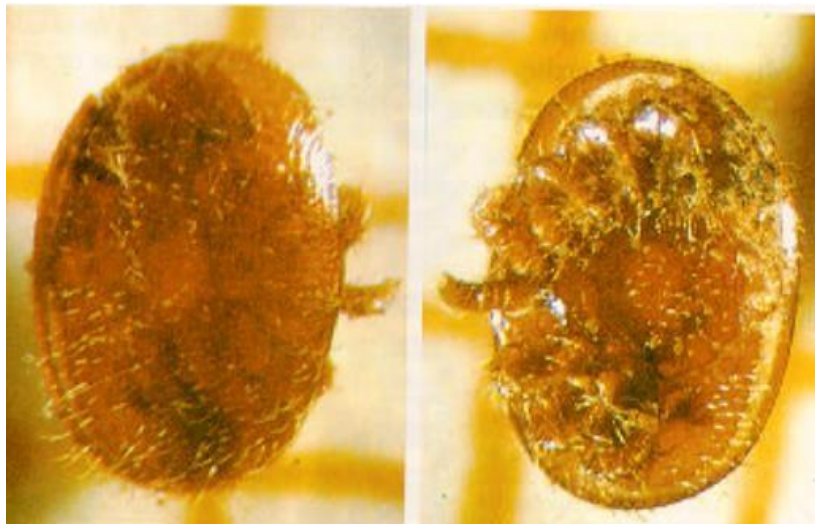


Figura 2. Vista dorsal y ventral de la varroa.

Fuente: (48).

La Varroasis tiene al menos cuatro especies identificadas: *Varroa jacobsoni* Oudemans, *Varroa underwoodi*, *Varroa rindereri* y *Varroa destructor*. Estas especies afectan directamente a las crías de *A. mellifera* en las etapas más sensibles de su desarrollo ontogenético, se alimenta de hemolinfa de las larvas, causando: la

pérdida de peso, disminución del rendimiento de vuelo, crecimiento en la búsqueda prematura de alimento, la reducción de capacidad en el aprendizaje, la disminución de la tasa de retorno y finalmente la reducción de la vida promedio de las abejas, produciéndose una inmunosupresión lo cual conlleva a que enfermedades secundarias ataquen a la colmena de abejas melíferas (49).

Taxonomía del ácaro (*Varroa destructor*)

En el año 1904 el ácaro varroa fue clasificado como *Varroa jacobsoni* Oud. (50). Con el cambio de los años esta cambio a *Varroa destructor* cuando Anderson y Trueman en el año 2000, hallaron indicios de afección al insecto melífero de distribución mundial siendo diferentes a la abeja asiática *Apis cerana* (51). En la tabla 3 se puede apreciar la taxonomía actual de la varroa de las abejas melíferas (52)

Tabla 3 Taxonomía del ácaro (*Varroa destructor*).

Reino	Animalia.
Phylum	Arthropoda.
Clase	Arachnida.
Subclase	Acari.
Orden	Mesostigmata.
Superorden	Parasitiformes.
Familia	Varroidae.
Género	Varroa.
Especie	<i>Varroa destructor</i> (Anderson y Trueman).

Fuente: (40).

Epizootiología

Por medio de la interferencia del hombre las colonias fueron trasladadas para Asia y permitió una interacción entre las abejas occidentales (*Apis mellifera*), de igual manera a otras especies de oriente, del mismo género, incluyendo *Apis dorsata*, *Apis cerana* y *Apis florea*, todas estas especies de *Apis* asiáticas tienen ácaros parásitos de la cría, por otra parte la *Tropilaelaps clareae* es un parásito *Apis dorsata* y *Varroa* naturalmente del *Apis cerana*, ambos parásitos son mortales para su nuevo huésped.

Para escoger la mejor manera de reducir problemas causadas por la Varroa destructor, es importante conocer muy bien su interacción con las abejas, tanto en el huésped natural la *Apis cerana*, como en su nuevo huésped la *Apis mellifera*. Generalmente, en abejas Africanizadas hay un equilibrio que permite una convivencia sin mortalidad para las colonias de *Apis mellifera*, Aunque en climas fríos donde predomina la abeja europea la mortalidad de colonias es bastante alta, por tal motivo para mitigar y controlar la varroa en climas fríos se debe comprender como la abeja Africanizada se ha adaptado a este nuevo parásito y de igual manera entender cómo fue su adaptación natural con el huésped original del *Apis cerana* (53)

Influencia de la celda de cría sobre infestaciones del ácaro Varroa destructor

Una mala ventilación y la falta de luz equilibrada provoca que los panales también puede ser el resultado de numerosos contaminantes, esto puede ser colectados y absorbidos en la cera a través del tiempo. Los panales de diferentes edades, así como los provenientes de distintas colonias, varían considerablemente en la composición química de la cera, esta se encuentra constituida por hidrocarbano y componentes de éster, lo que permite que se absorban fácilmente varios tipos de materiales, sin embargo, las esporas de hongos, bacterias, pesticidas y metales pesados pueden ser perjudiciales para el buen desarrollo y la plena salud de la colonia, provocando graves enfermedades perjudiciales para las abejas. Mientras un panal es más viejo y con celdas de menor tamaño se ha logrado evidenciar la presencia de este ácaro en crías de obreras provenientes de colmenas de abejas africanizadas (54).

Ciclo Biológico de Varroa destructor

Su ciclo biológico del ácaro varroa se reproduce estrictamente en la cría operculada, en algunos estudios se han encontrado que tiene predilección por celdas con cría de zángano, en su hospedero natural (la abeja *A. cerana*), la reproducción básicamente se lleva a cabo en la cría de zángano. Cabe mencionar que la mayoría de los estudios realizados sobre la biología reproductiva del ácaro varroa, se han llevado a cabo en abejas de raza europea y en países con presencia

de clima templado, provocando una escasa investigación en abejas africanizadas tropicales (55).

El ciclo biológico de la varroa comprende dos etapas la reproductiva y la de dispersión, la etapa de reproducción ocurre dentro de una celda de cría de abejas, comienza con la invasión de la varroa a la celda de cría, esta invasión ocurre unas horas antes de que se operele una celda que contiene una larva de abeja. La varroa hembra se aparea en ambas etapas, pero en la etapa fundadora solo ocurre la reproducción y se da comienzo cuando un ácaro hembra encuentra una celda adecuada e inicia la producción de vitelogenina en los ovocitos terminales, una vez ingresado a una celda hospedante la oviposición ocurre secuencialmente, lo que genera como resultado un solo macho y de 7 a 9 hembras crías por fundadora, todo esto depende si es una obrera o zángano respectivamente (56).

Los distintos estadíos que el acaro atraviesa en su vida son: huevo, larva, protoninfa, deutoninfa y adulto. De huevo a adulto en hembras puede ser de 8 a 9 días y en el caso de los machos puede ser de 6 a 7 días. Una vez que el macho alcanza la madurez sexual, fecunda a las hembras aun sexualmente inmaduras 21 quienes conservan su esperma en la espermateca. Si sólo ha ingresado a la celdilla una varroa hembra todo el proceso se da entre consanguíneos, y si existiera más de una hembra se puede dar una fecundación cruzada (57). La hembra varroa fecundada puede ovopositar un máximo de 5 huevos en las celdillas de obreras y 7 en las de celdas zánganeras, Las ovoposiciones están ligadas al tiempo en se da la metamorfosis de la abeja según su especie e individuo en proceso de formación sea reina, obrera o zángano (58).

Tratamiento Orgánico

El tratamiento para poder controlar este parasito ha sido variado, desde productos caseros como el uso de material vegetal como hoja de tabaco, romero, ruda, timol y productos químicos como el ácido oxálico y Amitraz.

Tratamiento Químico

Un estudio realizado en la provincia de Chimborazo se determinó al usarse Ácido Fórmico al 85% se tuvo una tasa de control de 95,1% de Varroa destructor, sin ocasionar ninguna afección al colmenar, También se utilizó ácido oxálico al 10%

el cual tuvo un 84,45% de eficacia pero afecto a las abejas mayores, y timol al 99% acompañado con aceite de oliva tuvo un 62,8% eficiencia sin embargo se afectó a la cría causando su muerte (59). Es el historial actualizado de la investigación, comprende los avances realizados en el área durante los últimos cinco años. Se delimita el área de la investigación, se compendian los conocimientos existentes en el área que se va a investigar y se expresan proposiciones teóricas generales.

Métodos de control de la Varroasis

Para el control se recomendado utilizar productos orgánicos como el timol, eucalipto y mentol. De igual manera se recomienda el uso de ácido fórmico, usar trampas en la base con malla milimétrica, uso de insecticidas aunque en época de producción de huevos de zángano se suele sacar a estos para evitar la ovoposición de Varroas (40). Este parasito ha generado resistencia a muchos productos de origen sintéticos utilizados generalmente y la presencia de residuos en la miel, cera y otros productos que salen de la producción apícola es uno de los limitantes para el uso de químicos así la dosis y frecuencia son relevantes para el control exitoso evitando la pérdida de colmenas (52). Cada uno de los mecanismos de control incluyen resistencia natural de la abeja al parásito esto fundamenta al control químico y técnicas de manejo (60).

Resistencia natural de la abeja al parásito

Existen varias características que pueden definir si las abejas tienen más o menos resistencia a este ectoparásito, las principales son: El comportamiento higiénico y el tiempo de desarrollo, en este último existe una cantidad mínima donde las abejas desarrollan más rápido y por ende menos ácaros alcanzan su madurez disminuyendo el porcentaje de infestación (61). Mientras que el Comportamiento higiénico nos permite seleccionar abejas con la tendencia de detectar varroas en estado forético y eliminar pupas enfermas o muertas de la colmena, el objetivo es contar con reinas con esta características sanitarias para comprobar esta característica se puede congelar un panal para matar cría sellada y posteriormente colocarlo en la colmena para que las abejas limpien las celdillas y así se puede determinar la proporción de abejas muertas que eliminaron dentro de 24 horas (61).

Control cultural y físico

Para el buen control cultural hay que desarrollar el uso de reinas con resistencia a la varroa, realizar limpieza del sitio del apiario y cambiar marcos viejos por nuevos. En el control físico se recomienda usar base con malla milimétrica en el piso de la colmena, estimular la cría de zánganos y destruir los celdillas operculadas (40).

Métodos químicos

Para la utilización de químicos se utilizan diversos métodos y formas de dispersión estos productos sintéticos. Pueden ser suministrados en la alimentación según el caso o la aplicación directa sobre las abejas adultas por fumigación o termo nebulización, el uso de tiras de cartón humectadas con ácido oxálico para contacto directo o por evaporación. Las sustancias químicas tienen su grado de dificultad al aplicarlo y un alto riesgo para la colmena presentando una reducción en la longevidad de sus integrantes y para el operario hay un alto riesgo de sufrir quemaduras (52).

El Amitraz

Es una formamidina, miembro de la clase amidina y son sustancias activas ectoparasiticidas con actividad de contacto sobre todo contra garrapatas, ácaros y piojos (62). Su nombre químico es: N'-(2,4-dimethylphenyl)-N- [[(2,4-dimethylphenyl) imino} methyl]]-N methylmethanimidamide N, N-bis (2,4-xililiminometil) metilamina (62).

El Timol

El timol es un ácido carboxílico de fórmula $H_2C_2O_4$, descrito mediante la fórmula $HOOC-COOH$. Su nombre deriva del género de plantas *Oxalis*, por su presencia natural en ellas, en el año de 1776 fue descubierto por Wiegleb (63). El mecanismo de acción sobre *Varroa destructor* no ha sido profundizado, se conoce que la sensibilidad del ácaro es al pH ácido, entonces su acción acaricida se cree que es debida al contactar el ácaro con la solución que contiene el ácido (64). Esta sustancia se puede encontrar naturalmente en los productos de las abejas siendo inofensivas en los alimentos que provienen de la colmena, aun así

no se recomienda utilizar en épocas que no hay floración con el fin de que los niveles permisibles se vean incrementados (20).

Propiedades físicas y químicas del timol

Sus propiedades físicas son: Acidez de 1.3 (en solución 0.1 M), solubilidad en agua de 100 g por litro de agua, punto de fusión de 101,5 C (Dihidratado), 187 C (Anhídrido) y densidad relativa de 1,65 (Dihidratado), 1,9 (Anhídrido) (63).

Cabe resaltar la utilización en Europa sobre todo en lugares como Suiza, Francia y Alemania generando buenos resultados contra varroa. Existen dos formas de aplicación las cuales son: por aspersión y en la alimentación como jarabe preparado con base de azúcar, los resultados obtenidos han sido muy buenos debido a que se hace el tratamiento en épocas de invierno, en donde es el momento que la reina no se encuentra poniendo huevos, debido a las bajas temperaturas (65).

Procedimiento para preparar el jarabe de timol

La preparación de un jarabe a base de agua, azúcar y timol. La dosis que se utiliza es de 1 kg de azúcar, 1 litro de agua y 100 g de timol, proporcionalmente se puede producir en base a la cantidad de colmenas a tratar (65).

Aplicación a las colonias de jarabe de ácido

Se debe aperturar la colmena y se impregna el jarabe de ácido sobre las abejas y entre los bastidores de la cámara de cría, En colmenas fuertes se aplica 5 ml del jarabe por cada espacio entre bastidores es decir 50 ml, en una colmena débil de colonia débil de cuatro marcos se suministra 20 ml, el tratamiento es de cuatro aplicaciones con intervalo de cuatro días colmena para tener los resultados esperados (65).

CAPÍTULO III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Ubicación y descripción

La investigación se realizó en la parroquia de Río Negro, ubicada al sur-occidente a 30 Km de la ciudad de Baños de Agua Santa, con una altura de 1800 metros sobre el nivel del mar, el tiempo estimado para llegar de Baños a Río Negro es de 20 minutos en transporte público (66).

3.2 Delimitación

La parroquia Río Negro limita con las siguientes jurisdicciones: Al Norte con las provincias de Napo y Pastaza (Parque Nacional Llanganates), Al Sur con la provincia de Morona Río Negro (Parque Nacional Sangay), Al Este con la provincia de Pastaza (La Quebrada San Francisco) y al Oeste con la Parroquia Río Verde (Quebrada Carlota y El Río Encanto) (66).

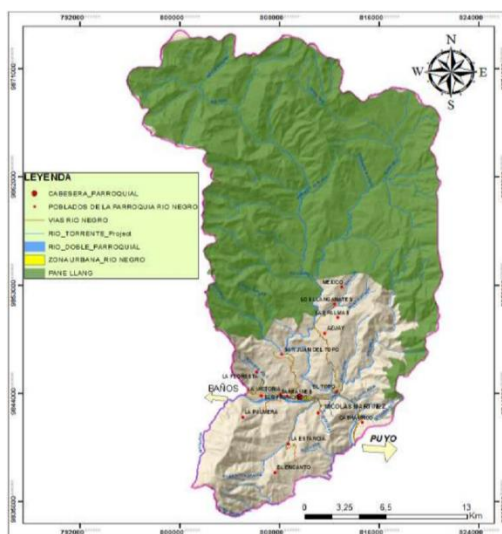


Figura 3. Ubicación geográfica de la parroquia de Río Negro.

Fuente: (66)

3.3 Clima (temperatura, precipitación)

Las Precipitaciones según la base de información del Ministerio del Ambiente 2020 sobre el cambio climático, variable precipitación, periodo histórico 1981-2015 y el escenario referencial periodo 2016-2040, para la Parroquia Rio Negro se identificaron dos amenazas climáticas: lluvias intensas y altas temperaturas (66). En la parroquia de Rio Negro en datos históricos 1891-2015 se registran precipitaciones de 1800 a 2700 mm anuales. En cuanto al escenario referencial RCP 4.5 para el año 2040 el escenario referencial tendría una anomalía del 4%, es decir habría incremento de lluvias, mientras que el escenario pesimista RCP 8.5 los incrementos de precipitaciones serían mayores de entre el 5 al 10% (67).

Temperatura

Según el INAMHI desde el año 1990 al 2003 aproximadamente la temperatura media máxima anual del Cantón Baños fue de 23,77°C, y la temperatura media mínima de 12,15°C, distribuidas equitativamente en los 12 meses del año, y a partir del año 2014 la temperatura ha variado incrementando a 2°C es decir la temperatura media máxima incremento a 24,7°C y la media mínima a 14,8°C. Estos datos al igual que la precipitación muestran que durante los últimos 5 años se ha evidenciado cambios en la temperatura provocando el cambio climático y sus consecuencias en la población mundial (67). Con respecto a la información proporcionada por el Proyecto Acción Provincial contra el cambio climático, CONGOPE, 2019, plataforma MAE 2020, sobre el cambio climático, variable temperatura. En la Provincia de Tungurahua se presentan valores de temperatura entre los 3° y los 20°C, siendo la parte suroriental la que mayores temperaturas presenta (con 20 temperaturas superiores a los 16°C) y el suroccidente de la Provincia la que menor valore posee (con temperaturas inferiores a los 6°C) (68).

3.4 Cobertura vegetal

En el año 2015 según información del GAD Provincial se identifica claramente la presencia del Parque Nacional Llanganates, Parque Nacional Sangay y los remanentes de bosques bajo conservación o protección ambiental de los 17 sectores de la Parroquia Rio Negro cada uno de estos con diversos ecosistemas: Bosque

siempre verde montano (40%), bosque siempre verde montano bajo (26%), bosque siempre verde montano alto (15%) y páramo (7.72%) (68).

3.5 Manejo del experimento

Se trabajó con una población de 20 colmenas, divididas en cuatro tratamientos (T0: colmenas sin aplicación de Apiguard, T1: colmenas con aplicación de Apiguard (12.5 g), T2: colmenas con aplicación de Apiguard (25 g), T3: colmenas con aplicación de Apiguard (50 g). Cabe recalcar que cada colmena es considerada como una unidad experimental y se realizaron 5 repeticiones por tratamiento.

Las tasas de infestación se evaluaron antes y después de cada aplicación del Apiguard.

Para el diagnóstico de Varroa destructor se realizaron muestreos individuales semanales de abejas adultas tomadas de los bastidores de la cámara de cría. El examen de las abejas adultas se realizó mediante el método de De Jong et al, el cual consiste en lavar las abejas en una solución de detergente, enjuagarlas y contar el número de ácaros y abejas presentes. Con los resultados obtenidos se calcularon los indicadores de infestación parasitaria de las colmenas considerando lo sugerido por Dietemann et al. (69, 70).

La aplicación del Apiguard en cada uno de los tratamientos se realizó con un intervalo de 7 días, como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 4 Tratamientos utilizados en el experimento.

TRATAMIENTOS/ APLICACIONES	PRIMERA	SEGUNDA	TERCERA	CUARTA
CON: colmenas sin aplicación de Apiguard	-	-	-	-
T1: colmenas con aplicación de Apiguard (12.5 g)	12.5 g	12.5 g	12.5 g	12.5 g
T2: colmenas con aplicación de Apiguard (25 g)	25 g	25 g	-	-
T3: colmenas con aplicación de Apiguard (50 g).	50 g	-	-	-

El producto permaneció por diez días dentro de la colmena y fue retirado para una nueva aplicación si procedía.

3.6 Análisis estadísticos

Bajo un diseño completamente al azar, las 20 colmenas se distribuyeron aleatoriamente en los tratamientos establecidos: T1, n = 5 (12,5 g); T2, n = 5 (25 g); T3, n = 5 (50 g), así como un grupo control CON, n = 5, sin ningún tipo de aplicación. Todos los datos fueron analizados mediante el paquete estadístico SAS v.9.4 (SAS Institute Inc., Cary, NC, USA). Para aquello, los datos previamente fueron comprobados con un test de normalidad y heterogeneidad, procedimiento UNIVARIATE de SAS. Siendo los datos respecto a conteos de varroa así como a la tasa de infestación, transformados logarímicamente (Log) para ajustarlos a un criterio de normalidad y proceder a realizar pruebas paramétricas. Posteriormente, en base a un modelo lineal general, procedimiento GLM de SAS, los datos fueron sometidos a un análisis de ANOVA. El modelo estadístico incluyó como efectos fijos los tratamientos (T1, T2, T3 y CON), el periodo (1-4), la interacción Tratamiento \times Periodo y el error residual. Las medias fueron expresadas como mínima cuadradas, siendo separadas mediante la opción PDIF en SAS y ajustadas mediante Tukey's test. Diferencias estadísticas fueron declaradas a un valor de $P < 0,05$ mientras que las tendencias a un valor de $P < 0,10$.

CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Partiendo de los valores iniciales, los promedios de las 20 colmenas incluidas en el presente estudio muestran rangos máximos y mínimos en el conteo del número de *Varroa destructor* de (13 y 4 × cada 200 individuos, respectivamente). Mientras que la tasa de infestación de las colmenas varía entre (21 y 6% para máximo y mínimo respectivamente). Además de esto, los datos muestran homogeneidad cuyos coeficientes de variación fueron del 0,24% para *Varroa* y 2,8%, para la tasa de infestación. Con respecto al estimado de individuos de cada colmena, en términos absolutos, cada colmena presenta en promedio 34200 individuos.

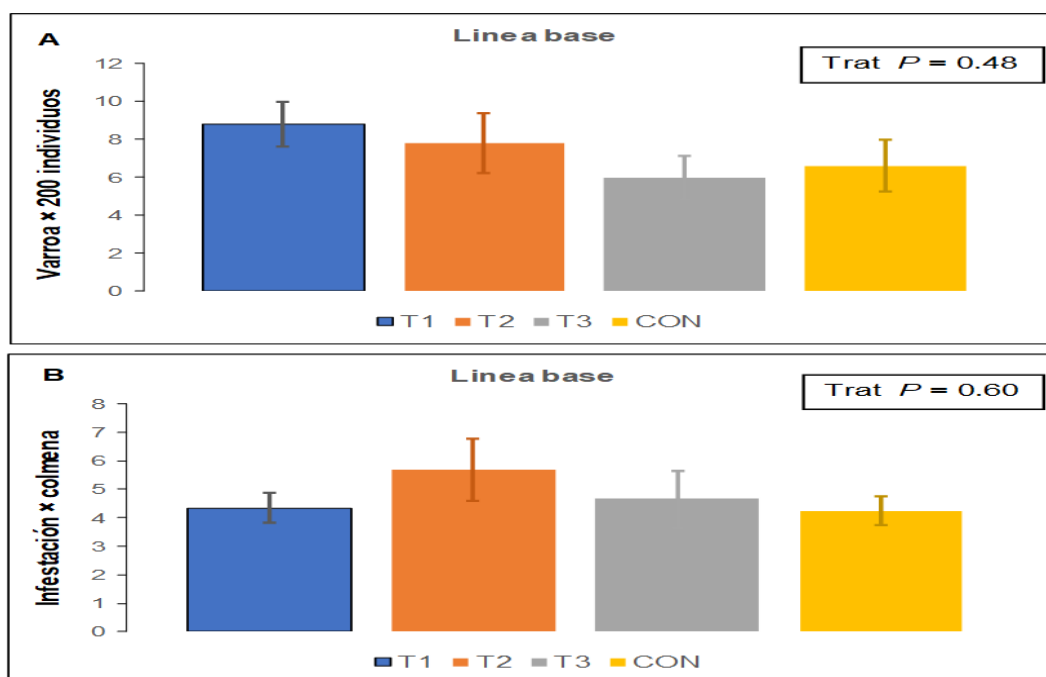


Figura 4. Valores iniciales de conteo de *Varroa* × 200 individuos (A) y tasa de infestación (B) expresada como (%), de acuerdo con los tratamientos establecidos (T1, 12,5 g; T2, 25 g; T3, 50 g, y control CON, sin ningún tipo de aplicación).

Se observa diferencias entre tratamientos respecto al conteo del número de *Varroa* así como de acuerdo con la tasa de infestación de las colmenas (Figura 4).

En términos generales y en promedio, los valores de conteo iniciales de *Varroa* fueron de $(7,3 \pm 2,98 \times \text{cada } 200 \text{ individuos}; P = 0,48; \text{Figura } 1A)$ con tasas de infestación sobre $(4,7 \pm 0,8\%; P = 0,60; \text{Figura } 1B)$, estando por lo tanto, en el rango de $\pm 5\%$ referido como el máximo permitido para una colmena (69). En consecuencia, los datos no muestran estar correlacionados ($r^2 = 0.73; P = 0.27$).

Reyes et al. (71) realizó un trabajo sobre la eficacia de 4 acaricidas para control de *Varroa destructor*, y similar al presente estudio partió con tasas de infestación de colmenas entre (3,9 a 4,7%). Mientras tanto, Gregorc et al. (72) observó que el conteo de *Varroa destructor* vario conforme a la estación del año, siendo importante considerar este factor en el estudio. Resultados que podrían ser confirmados de acuerdo con el trabajo de Masaquiza et al. (73), quien en condiciones altoandinas en Ecuador (2600 a 3000 msnm) ha reportado fuerte influencia de las condiciones medioambientales en las tasas de infestación de *Varroa destructor* (2,5 a 5,2%). De todas formas, a pesar de la escasa evidencia científica de trabajos realizados en la región amazónica de Ecuador, nuestra metodología empleada en este experimento podría ser extrapolable dado la similitud a los valores iniciales de esta investigación.

Datos respecto al conteo de *Varroa destructor* de acuerdo con el periodo de muestreo por cada tratamiento se muestran en la Figura 5, Pudiendo observar marcadas diferencias estadísticas fueron detectadas entre tratamientos en el conteo de *Varroa destructor* a lo largo del periodo de muestreo ($P < 0.001$). El tratamiento CON, el cual no recibió ningún tipo de acaricida y el T1 que corresponde a una dosis de 12.5 g de Apiguard fueron los que mostraron un mayor número de *Varroa* (7.23 ± 0.67 , en promedio; $P = 0.99$). Contrario aquello, la dosis de 25 y 50 g de Apiguard siendo de los tratamientos T2 y T3, respectivamente, mostraron menor conteo de *Varroa* (3.3 ± 0.39 , en promedio) con respecto de los otros tratamientos ($P < 0.001$).

Los resultados del efecto periodo considerado en nuestro análisis estadístico (Figura 5), reflejan que no hubo diferencias estadísticas entre tratamientos debido al efecto periodo ($P = 0.75$). Sin embargo, el tratamiento cuya dosis de Apiguard fue de 12.5

g en cada aplicación (T1) seguido del CON, tuvieron un comportamiento estable durante todo el periodo experimental, en comparación al resto de tratamientos. De hecho, de acuerdo con los datos, el Apiguard a dosis de 25 y 50 g, para T2 y T3, como corresponden fueron los que tuvieron una marcada disminución en el conteo de *Varroa*, referente a valores pre-tratamiento. Cabe señalar, que a pesar de la variación observada con respecto al periodo de muestreo, este estudio no muestra diferencias estadísticas al analizar la interacción Tratamiento \times Periodo ($P = 0.92$; Figura 5). De todas formas, es importante destacar que, en términos de eficacia, a la luz de estos resultados, los tratamientos cuya dosis fue > 25 g de Apiguard de acuerdo con las recomendaciones del fabricante, serían terapéuticamente suficientes para disminuir la incidencia de *Varroa destructor* a umbrales no dañinos. Datos que deberán ser confirmados con estudios a largo plazo, así como con la inclusión del efecto estacional de la zona de estudio.

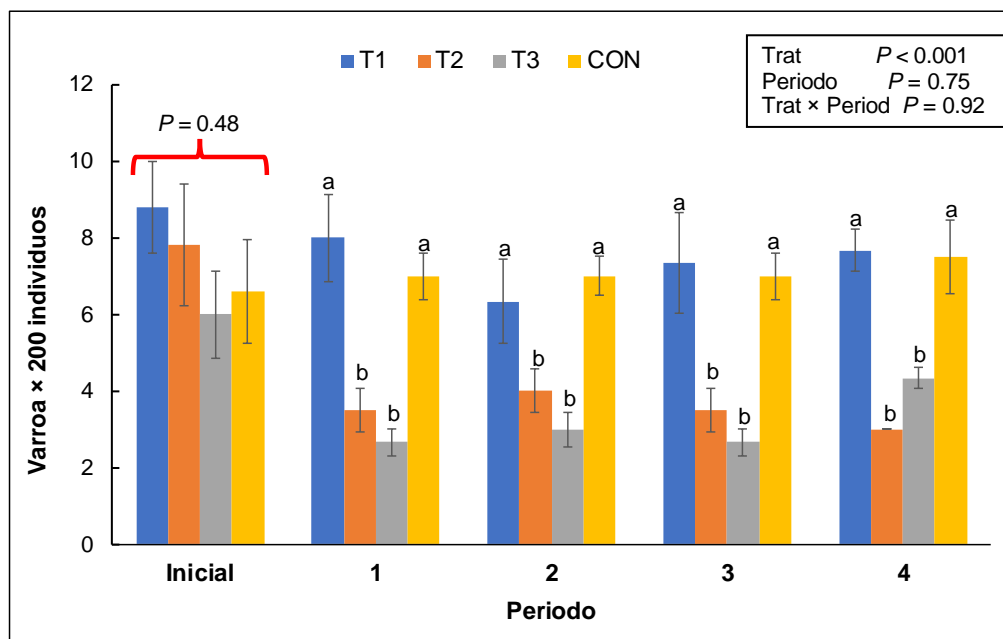


Figura 5. Conteo de *Varroa destructor* respecto al periodo de muestreo.

Así como de acuerdo con el tratamiento aplicado en las colonias (**T1**, 12,5 g; **T2**, 25 g; **T3**, 50 g, y control **CON**, sin ningún tipo de aplicación). Valores son medias ajustas por mínimo cuadradas y las barras verticales representan el valor estándar

de la media.^{a-b} Diferencias estadísticas a un $P < 0.05$ entre medias se indican con distintas letras.

El Apiguard a dosis entre 25 y 50 g/colmena logra disminuir ostensiblemente el número de *Varroas* con cada aplicación (Figura 5). Sin embargo, un dato importante de notar es que en el último muestreo el tratamiento T3 (50 g/colmena) mostro un incremento numérico no significativo respecto al de su homólogo a dosis de 25 g/colmena, como se muestra en la Figura 5.

En este sentido, este fenómeno podría ser en parte explicado dado que la farmacodinámica del producto puede verse afectada (principalmente su volatilidad) en condiciones no apropiadas de temperatura y humedad relativa, tal como lo demostraron Gregorc y Planinc (74). Contrastando estos resultados con Gregorc et al. (72), quienes mencionan que las diferentes condiciones climáticas y geográficas, así como los sistemas de manejo de colmenas pueden afectar la eficacia de Apiguard.

Gregorc et al. (72) estudiaron la eficacia de 3 acaricidas, observando que a dosis de 50 g/colmena el Apiguard fue el que más mortalidad de *Varroa* mostró (> 85%). No obstante, estos datos no podrían ser comparables a nuestro trabajo, ya que fueron realizados en condiciones controladas de laboratorio y así como con pruebas de campo testadas a final de verano (EEUU). De todas formas, hay que destacar que su estudio lo que evidenció fue una fuerte influencia de las condiciones ambientales para la eficacia de acaricia. Evidencia que concuerda con lo mencionado por Giacomelli et al. (75), que la evaporación del timol aumenta considerablemente con el aumento de la temperatura.

Álvarez-Lazo (76) observó que la incidencia de *Varroa* en la zona centro de Ecuador (Tungurahua y Chimborazo) osciló en promedio por arriba de ($4,2 \pm 1,78\%$). Mientras que, Díaz-Monroy et al. (77) reportan que usando 10 g de Timol/colmena el conteo de *Varroa* (4,03), fue superior a los obtenidos en nuestro estudio a dosis de 12.5 g/colmena (T2, 3.5) así como para con 50 g/colmena (T3, 3.2). Resultados similares han sido reportados por Reyes et al. (71) en Perú, quienes usando 10 g de Timol/colmena reportaron mayor conteo de *Varroas* los obtenidos en nuestro estudio. Por el contrario, Diaz-Moyon (77) en Chimborazo, Ecuador

usando 10 g de Timol/colmena reporta un menor conteo de *Varroas* post-tratamiento (1.08 varroas) de lo obtenido en este trabajo a dosis de 12,5, 25 y 50 g de Apiguard. En la misma línea, Guerra-Narvaez y Rosero-Moyanquer (78), usando timol (4 g) observaron mayores conteos de *Varroa*.

La evolución de las tasas de infestación de cada tratamiento se muestra en la Figura 6, la tasa de infestación muestra diferencias altamente significativas entre los distintos tratamientos aplicados ($P < 0.001$). En general, el tratamiento CON y el uso de 12.5 g de Apiguard (T1) fueron los que presentaron una mayor tasa de infestación ($3.3 \pm 0.51\%$, en promedio; $P = 0.11$) comparados a los obtenidos cuando se utilizaron 25 g (T2) y 50 g (T3) de Apiguard ($1.7 \pm 0.29\%$, en promedio; $P < 0.001$), respectivamente. Por el contrario, la tasa de infestación no varió respecto al periodo de muestreo ($P = 0.42$) o debido a la interacción Tratamiento \times Periodo ($P = 0.32$).

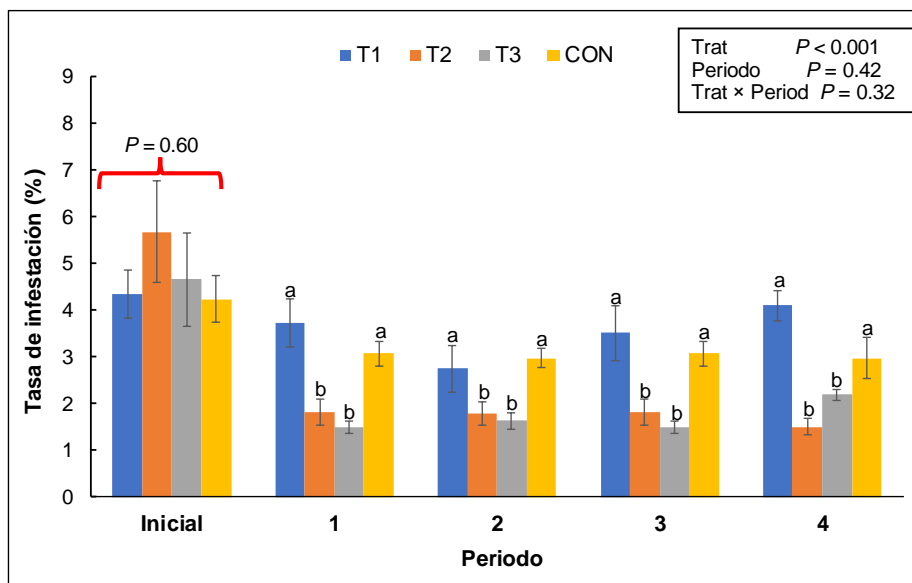


Figura 6. Tasa de infestación (%) respecto al periodo de muestreo.

De acuerdo con el tratamiento aplicado (T1, 12,5 g; T2, 25 g; T3, 50 g, y CON, sin ningún tipo de aplicación). Valores medios están ajustados por mínimo cuadrados y las barras verticales representan el valor estándar de la media.^{a-b} Diferencias estadísticas a un $P < 0.05$ entre medias se indican con distintas letras.

Díaz-Monroy et al. (77) en Chimborazo, Ecuador y en Perú Reyes et al. (71) usando una dosis de 10 g/colmena de Timol cada 8 días, han observado mayores tasas de

infestación de *Varroas* que los de nuestro estudio a dosis de 12.5 g de Apiguard (4,0 vs. 3.3%). Por el contrario, comparando los resultados de esos autores frente a la dosis de 25 o 50 g de Apiguard de nuestro trabajo, marcadas diferencias fueron obtenidas en la tasa de infestación (4,0 vs. 1,7%).

Un interesante estudio de Gregorc et al. (72), demostró experimentalmente en laboratorio que usando 50 g de Apiguard disminuyó la tasa de infestación de *Varroa* de (4,9 a $0,45 \pm 0,09\%$). En consecuencia, en base a nuestros hallazgos, dosis $>$ a 25 g/colmena la cual es recomendada por el fabricante, sería suficiente para obtener un buen efecto acaricida. De todas formas, factores tales como las condiciones climáticas, condiciones biológicas de las colmenas, calidad génica de las abejas, así como cuestiones de manejo en el cual se desarrolló el estudio deberían ser considerados. Otros estudios que han usado un testigo como control para este tipo de trabajos han observado diversos mecanismos de control natural de las colmenas basadas en comportamientos higiénicos para disminuir la población de ácaros (Vásquez et al. (79); Espinosa y Guzmán, (80).

Este tipo de peculiaridad evidenciada en la investigación, particularmente en el grupo control (Tabla 2), se debe a condiciones climatológicas imperantes de la zona de estudio, con el objetivo de confirmar o descartar posibles interacciones observadas entre acaricidas y la climatología, estos resultados deberían ser contrastados con estudios a largo plazo. Adicionalmente, la mortalidad de *Varroa destructor* en cada grupo experimental, incremento después de cada tratamiento con Apiguard como se indica en la Figura 7.

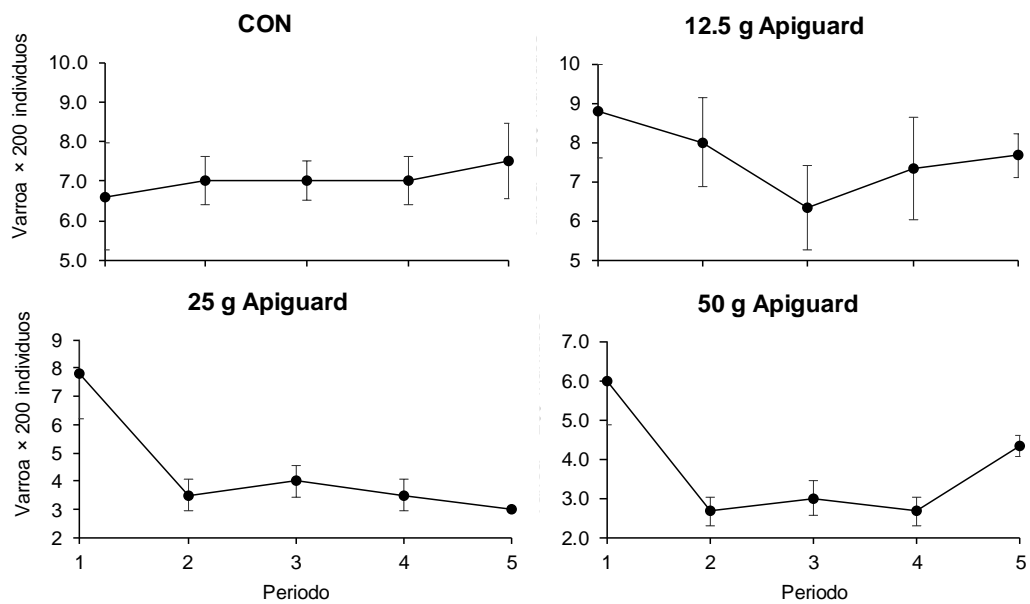


Figura 7. Resumen sobre la dinámica de población de Varroa destructor después de cada tratamiento (T1, 12,5 g; T2, 25 g; T3, 50 g, y T0, sin ningún tipo de aplicación). Los errores estándar de la media están representados por las barras verticales.

Por otro lado, la eficacia relativa de acuerdo con los tratamientos aplicados conforme a la diferencia inicial y final se muestran en la Tabla 5, a pesar de los mayores valores medios relativos iniciales de los tratamientos T1 y T2 cuando se comparan con el grupo control ($P = 0.05$ a 0.28). Se destaca que a mayores valores diferenciales, se obtiene una mayor eficacia (Tabla 5). De hecho, al observar el porcentaje de eficacia entre tratamientos, se destacan el grupo T2 y T3 que corresponden a uso de dosis entre 25 y 50 g de Apiguard, los mismos que al presentar mayor valor diferencial (rango entre, 4,45 a 2,55) destacan sobre el grupo control y T1.

Los Tratamientos aplicados (T1, 12,5 g; T2, 25 g; T3, 50 g, y control, sin ningún tipo de aplicación); SEM, error estándar de la media; ^{a,b,c} Diferencias estadísticas a un $P < 0.05$ entre medias se indican con distintas letras.

Tabla 5 Tasa de infestación inicial y final de *Varroa destructor* así como la eficacia relativa de acuerdo con cada tratamiento acaricida.

Tratamientos	Infestación Inicial (%)	Infestación final (%)	Diferencia (%)	Eficacia relativa (%)
T1	8.80 ^a	6.60 ^a	2.20	25.00 ^b
T2	7.80 ^a	3.35 ^b	4.45	57.05 ^a
T3	6.00 ^b	3.45 ^b	2.55	42.50 ^a
T0	6.60 ^b	5.95 ^a	0.65	9.85 ^c
SEM	1.32	0.30	0.90	-

Debido al amplio efecto del Apiguard o en sus distintas preparaciones de su principio activo. Muchos estudios en otras latitudes, así como en condiciones de Ecuador ya han evidenciado la eficacia para el control de *Varroa destructor*. Díaz-Monroy et al. (77), Guerra-Narvaez y Rosero-Moyanquer (78), Alvarez-Lazo (78) y Díaz-Monroy et al. (77) observaron que la eficacia del Timol estuvo en un rango entre (62 a 72%).

Aunque es importante hacer hincapié, que todos estos estudios anteriormente mencionados han sido realizados en condiciones alto andinas de Ecuador (Zona andina central) y, en consecuencia, estos datos deberían ser solo referenciales o a su vez interpretados con precaución dadas las condiciones experimentales de nuestro trabajo. De igual forma, otras experiencias realizadas en Italia por Giacomelli et al. (75), EEUU por Gregorc et al. (72) y en Perú por Reyes et al. (71) han reportado que la eficacia del Timol mostró rangos que fluctuaron entre (78 a 85%). Contrario a todos estos estudios, Espinosa-montaña y Guzmán-nova (80) en un estudio en México, han reportado haber obtenido una mayor efectividad entre timol 12,5 vs. 25g/colmena (35 vs. 20%). Comparando todos estos estudios referenciales a los resultados obtenidos en este trabajo, se presume que las condiciones en las cuales esta investigación fue realizada (> 30° C y 80% de humedad relativa) podrían jugar un papel determinante.

Giacomelli et al. (75) constató que la evaporación del timol se incrementa considerablemente en condiciones de alta temperatura. En base a esta evidencia, así

como de acuerdo con nuestros resultados obtenidos, el tema revista mucha importancia dada la actividad con gran potencial de desarrollo en la amazonia ecuatoriana.

En la presente investigación se detectó una correlación negativa significativa entre el Apiguard (en sus distintas dosis) y el número de *Varroas* ($r = -0,55$; $P = 0.001$). Además de esto, los datos se ajustaron a una regresión lineal simple (Figura 8A), lo que podría interpretarse, que por cada 10 g que se aumenta el Apiguard, se reduce en promedio 8 *Varroas destructor*. Este primer estudio desarrollado en condiciones del trópico ecuatoriano, puede ser una primera aproximación para proponer estudios a largo plazo que permitan conocer mayores datos sobre el comportamiento de la *Varroa destructor* en función de la climatología.

Del mismo modo, al analizar el coeficiente de correlación referente a la tasa de infestación, los datos una vez logarítmicamente transformados mostraron correlacionarse negativamente con el Apiguard ($r = -0,44$; $P < 0.001$), como indica la Figura 8B, siendo además sus datos ajustados una regresión lineal simple. Este primer estudio, podría ser la base para a futuro proponer nuevas investigaciones, constituyendo un aporte fundamental liderado desde la academia en vista proponer sus aplicaciones en la práctica.

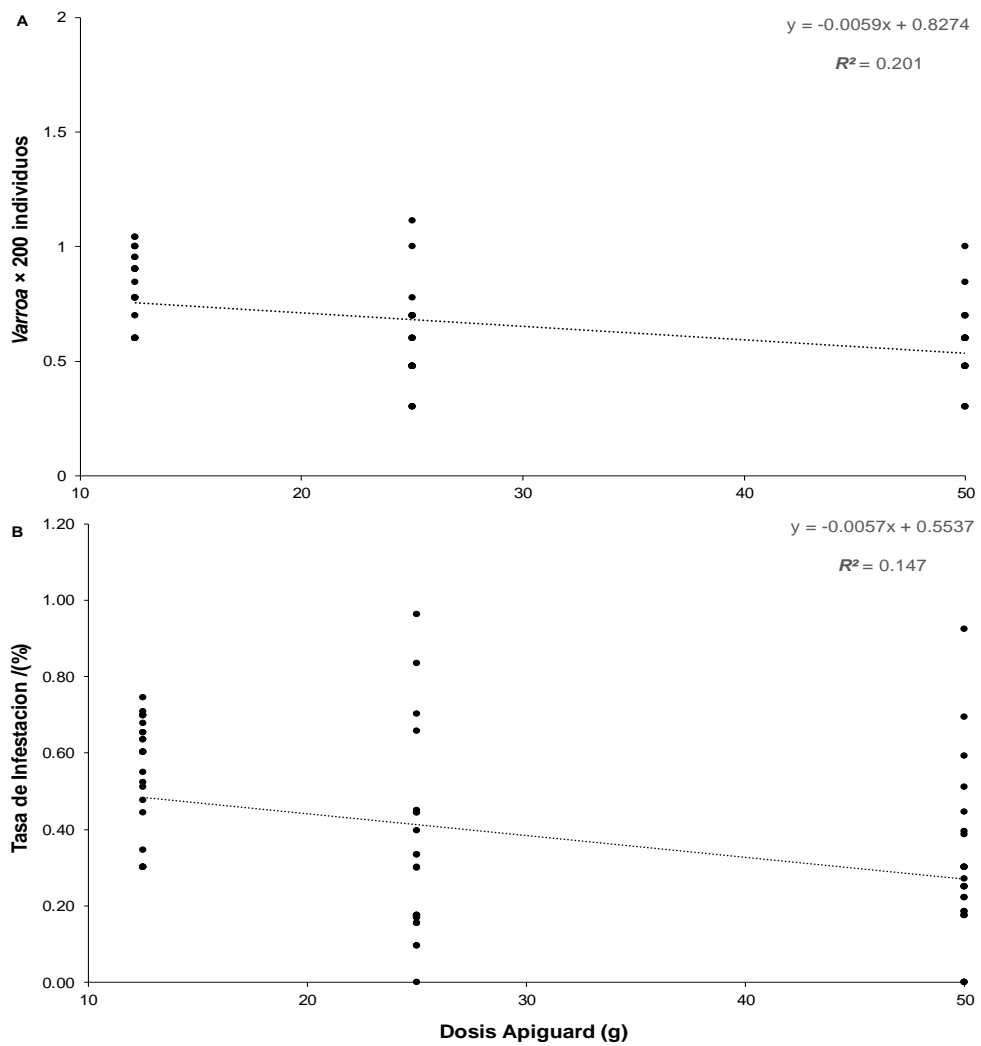


Figura 8. Regresión lineal simple mostrando la relación entre el Apiguard (12,5; 25; y 50 g/colmena) con el conteo de Varroa (A) así como con la tasa de infestación (B). Los datos son presentando logarítmicamente transformados.

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

1. La dosis terapéutica recomendada por el fabricante de 50 g/colmena, mostró influencias directas de factores climatológicos como es la temperatura ambiente y humedad relativa, siendo recomendado tomar en consideración para su uso.
2. El uso de Apiguard en dosis de 25 g/colmena, demostró ser eficiente para disminuir la incidencia a umbrales no dañinos la presencia de *Varroa destructor*.
3. La investigación muestra los primeros resultados en condiciones del trópico ecuatoriano, siendo una primera aproximación para nuevos estudios a largo plazo que permitan profundizar en el comportamiento de la *Varroa destructor* en función de la climatología ecuatoriana.

5.2 RECOMENDACIONES

En base a este estudio se recomienda la utilización de Apiguard en dosis de 25 g en dos aplicaciones con intervalo de 8 a 10 días, esto con el fin de disminuir considerablemente el porcentaje de infestación del acaro causante de la Varroasis. Además, se recomienda implementar estudios considerando la época del año con condiciones propias de temperatura y humedad de cada sector, así como determinar los niveles toxicológicos del timol.

CAPÍTULO VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Carmenate H, Botta E. Reseña de" Varroasis: Peligrosa Enfermedad de la Abeja Melífera (Ii). Diagnóstico y Control". Fitosanidad. 2004;8(2):47-55.
2. AGROCALIDADF. Enfermedades de las abejas, Manual de procedimientos 2014 [Available from: <https://www.agrocalidad.gob.ec/wp-content/uploads/2020/05/api3.pdf>].
3. Carabajo Ocaña KE. Prevalencia del acaro varroa (Varroa sp.) en colmenares de las regiones norte y centro norte del Ecuador: Quito: UCE; 2015.
4. Imdorf A, Charriere J-D, Maqueln C, Kilchenmann V, Bachofen B. Alternative varroa control. American Bee Journal. 1996;136(3):189-94.
5. Moyon Moyon JL. Evaluación de tres Alternativas para el Control de Varroasis Varroe destructor en tres Apiaros de la Provincia de Chimborazo: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo; 2013.
6. Gashout HA, Guzman-Novoa E, Goodwin PH, Correa-Benítez A. Impact of sublethal exposure to synthetic and natural acaricides on honey bee (*Apis mellifera*) memory and expression of genes related to memory. Journal of insect physiology. 2020;121:104014.
7. Noël A, Le Conte Y, Mondet F. Varroa destructor: how does it harm *Apis mellifera* honey bees and what can be done about it? Emerg Top Life Sci. 2020;4(1):45-57.
8. Eliash N, Mikheyev A. Varroa mite evolution: a neglected aspect of worldwide bee collapses? Curr Opin Insect Sci. 2020;39:21-6.
9. Traynor KS, Mondet F, de Miranda JR, Techer M, Kowallik V, Oddie MAY, et al. Varroa destructor: A Complex Parasite, Crippling Honey Bees Worldwide. Trends Parasitol. 2020;36(7):592-606.
10. Evans JD, Cook SC. Genetics and physiology of Varroa mites. Curr Opin Insect Sci. 2018;26:130-5.
11. Muijres FT, van Dooremalen C, Lankheet M, Lugt H, de Vries LJ, Van Langevelde F. Varroa destructor infestation impairs the improvement of landing performance in foraging honeybees. R Soc Open Sci. 2020;7(9):201222.

12. Gregorc A, Alburaki M, Sampson B, Knight PR, Adamczyk J. Toxicity of Selected Acaricides to Honey Bees (*Apis mellifera*) and *Varroa destructor* Anderson and Trueman) and Their Use in Controlling *Varroa* within Honey Bee Colonies. *Insects*. 2018;9(2).
13. Rosenkranz P, Aumeier P, Ziegelmann B. Biology and control of *Varroa destructor*. *Journal of invertebrate pathology*. 2010;103:S96-S119.
14. Fúquene Achury BS. *Varroa* un problema de gran impacto a nivel sanitario y productivo en la apicultura, métodos de diagnóstico, tratamientos y prevención. 2020.
15. Hernández-Rodríguez CS, Marín Ó, Calatayud F, Mahiques MJ, Mompó A, Segura I, et al. Large-Scale Monitoring of Resistance to Coumaphos, Amitraz, and Pyrethroids in *Varroa destructor*. *Insects*. 2021;12(1):27.
16. La Melífera JCL. *La Apicultura en el Ecuador: Antecedentes Históricos*.
17. Aviléz Rendón YE. *Suplementación proteica para el mantenimiento y fortalecimiento a las colmenas de abejas (Apis mellifera) recinto Aguas Frías: Quevedo-UTEQ; 2019.*
18. Soler Triana EE. *Sistema de monitoreo para el fomento de la producción apícola Automática*.
19. Ríos GN. *Manual de buenas prácticas de manufactura para cosecha y procesamiento de miel de abeja (Melipona beecheii) por productores del Merendón, Cortés, Honduras. 2020.*
20. Larsen A, Reynaldi FJ, Guzmán-Novoa E. Bases del sistema inmune de la abeja melífera (*Apis mellifera*). Revisión. *Revista mexicana de ciencias pecuarias*. 2019;10(3):705-28.
21. Chávez Cedeño ME. *Proyecto de factibilidad para la producción y comercialización de miel de abeja (Apis mellifera) en la comuna de Timbre, provincia de Esmeraldas: Quito: USFQ, 2007; 2007.*
22. Méndez Morales LM. *Comportamiento productivo de tres razas de abejas (Criolla, Híbrida Africana e Italiana) en la Localidad de Molo Molo-Puna, Provincia José María Linares del Departamento de Potosí. Universidad Autónoma Tomás Frías, Potosí (Bolivia). Facultad de Ciencias ...; 2008.*

23. Sušnik S, Kozmus P, Poklukar J, Meglič V. Caracterización Molecular de *Apis Mellifera* Carnica Pollmann en Eslovenia. Francia.5(5):2.
24. Fert G. Georgia, cuna de la abeja caucásica. Vida apícola: revista de apicultura. 2007(141):35-9.
25. GonzálezI YG, BrighiII CG, ValleIII JMT, OliverosIV RO. Envenenamiento por picaduras de abejas africanas.
26. Martínez-Puc JF, de Ayala LRM-P. Biología de la abeja. Lic Gerardo Montero Pérez.17.
27. Abraham Castro A. Influencia del cambio de la abeja Reina,(*Apis melifera* L.) en los rendimientos de la colmena: Universidad de Holguín, Facultad de Ciencias Naturales y Agropecuarias ...; 2018.
28. Castillo Jlea. Efecto de dos Crioprotectores sobre la Viabilidad Espermática de Zánganos de Abejas Melíferas (*Apis mellifera* L.).
29. Mayorga Pullutasig EM. Análisis comparativo entre los métodos Alley y Miller en la reproducción de abejas reinas (*apis mellifera*): Ecuador: Latacunga: Universidad Técnica de Cotopaxi (UTC); 2021.
30. Medina-Flores CA, Esquivel-Marín NH, López-Carlos M, Medina-Cuellar SE, Aguilera-Soto JI. Estimación de la pérdida de colonias de abejas melíferas en el altiplano y el norte de México. Ecosistemas y recursos agropecuarios. 2018;5(14):365-71.
31. Arguello-Najera O. Guía Técnica de Nutrición Apícola. Nutrición Apícola. 2010
32. Moreira C. Tablas de Composición de Alimentos (Azúcar Blanco) Recomendaciones: Objetivos nutricionales/día. consenso de la sociedad Española de Nutrición comunitaria, 2011. Recomendaciones: Ingesta Dietéticas de Referencia (EFSA, 2010). 2013.
33. Avilés Rendon YE. " Suplementación proteica para el mantenimiento y fortalecimiento a las colmenas de abejas (*Apis mellifera*) Recinto Aguas Frias-Mocache 2018": Quevedo-Ecuador; 2019.
34. Rojas Herrera J. Establecimiento de un Apiario en un Sistema Agroforestal con enfoque ecológico en la comunidad de Lara Suyo, del municipio de Punata. 2020.

35. Cortez JCO. Investigación, interacción social y producción en Apiario de Centro Experimental Cota Cota. *Apthapi*. 2021;7(2):2182-9.
36. Zenteno Vázquez PA. Plan de manejo de un apiario ubicado en el ejido “Felipe Angeles” en el Municipio de Tzimol, Chiapas. 2022.
37. animal Omdls. Enfermedades de las abejas 2022 [Available from: <https://www.oie.int/es/enfermedad/enfermedades-de-las-abejas/>].
38. Ritter W, Escobar JE. Enfermedades de las abejas: Editorial Acribia; 2001.
39. Echeverri del Sarto A, Pérez RC, Ardanáz I, Ardanáz S, editors. Las pasantías como actividades optativas. IV Congreso Nacional y III Congreso Internacional de Enseñanza de las Ciencias Agropecuarias; 2012.
40. Abad Jaramillo F. Efecto de la Alimentación con Panela y Jarabe de Azúcar en la Evolución de la Población de *Apis mellifera* para la Producción de Miel: Tesis de Grado previo a la obtención de título de Médico Veterinario ...; 2015.
41. Escobar BDMJ, Gutiérrez BKMR, Orozco LR. Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua Facultad Regional Multidisciplinaria, Matagalpa.
42. SÁNCHEZ JC. Control de enfermedades de las abejas. 2010.
43. Castro PN, Cambarieri M, Abate SD, Britos PV, Vivas HL, editors. Identificación automática de nosemosis en imágenes microscópicas. VIII Congreso Argentino de AgroInformática (CAI-2016)-JAIIO 45 (Tres de Febrero, 2016); 2016.
44. Marte R, Villeda-Emaldi D. Manual de enfermedades apícolas. IICA, Tegucigalpa (Honduras). 2009.
45. Tapia-González JM, Alcazar-Oceguera G, Macías-Macías JO, Contreras-Escareño F, Tapia-Rivera JC, Chavoya-Moreno FJ, et al. Nosemosis en abejas melíferas y su relación con factores ambientales en Jalisco, México. *Revista mexicana de ciencias pecuarias*. 2017;8(3):325-30.
46. Martínez P, Catzín V, Mex M, Vivas R. Principales enfermedades parasitarias que afectan a las abejas melíferas. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Campo Experimental Edzná, Centro Regional del Sureste. 2011.

47. Salamanca Grosso G, Osorio Tangarife MP, Rodríguez Arias N. Presencia e incidencia forética de *Varroa destructor* A. (Mesostigma: Varroidae) en colonias de abejas *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae), en Colombia. *Zootecnia Tropical*. 2012;30:183-95.
48. Rodríguez Dehaibes SR, Meroi Arcerito FR, Chávez-Hernández E, Luna-Olivares G, Marcangeli J, Eguaras M, et al. Control of *Varroa destructor* development in Africanized *Apis mellifera* honeybees using Aluen Cap (oxalic acid formulation). *International Journal of Acarology*. 2020;46(6):405-8.
49. Huamán N, Silva G. Efecto acaricida de aceite esencial de molle (*Schinus molle*) en el control de *Varroa destructor* en colmenas de abejas (*Apis mellifera*). *Agroindustrial Science*. 2020;10(2):145-51.
50. Froylán M, Alcalá E, Leal H, Rodríguez A, Martínez A. Manual de capacitación. Prevención de Varroosis y suplementación. Cuajimalpa, México: Instituto Nacional de Investigaciones Forestales ...; 2011.
51. Goodwin M, Taylor MA. Control of varroa: A guide for New Zealand beekeepers: New Zealand Ministry of Agriculture and Forestry; 2007.
52. Zemene M, Bogale B, Derso S, Belete S, Melaku S, Hailu H. A review on varroa mites of honey bees. *Academic Journal of Entomology*. 2015;8(3):150-9.
53. De Jong D. Selección de abejas para el control de enfermedades especialmente la Varroosis. 2014.
54. Piccirillo G, De Jong D. Efecto del Tamaño de las Celdas de Cría sobre el Peso y Tamaño de la Abeja Africanizada (*Apis Mellifera*). *Boletín del Centro de Investigaciones Biológicas*. 2010;40(3).
55. Calderón-Fallas RA. Comportamiento reproductivo del ácaro *Varroa destructor* (Mesostigmata: Varroidae) en celdas con cría de obrera y zángano en abejas africanizadas (*Apis mellifera*) en condiciones tropicales. *Ciencias Veterinarias*. 2019;37(2):44-61.
56. Airahuacho F, Rubina S. *Varroa destructor*: una amenaza mortal para la colmena de *Apis mellifera*. *Peruvian Agricultural Research*. 2021.

57. Martínez Fhürer C, López G. El uso de acaricidas orgánicos como estrategia para el control de Varroa destructor (Acari: Varroidae): Universidad Nacional de La Plata; 2018.
58. OIE. Varroosis de las abejas melíferas 2021 [Available from: <https://www.oie.int/es/que-ofrecemos/red-de-expertos/laboratorios-de-referencia/#ui-id-3>].
59. Monroy BLD, Moyón JM, Tapia MFB. Evaluación de tres alternativas para el control de varroosis (Varroa destructor) en apiarios ecuatorianos. Revista Ciencia y Agricultura. 2019;16(1):63-78.
60. Bounous C, Boga V. Fundamentos para el control de varroa y loque americana. Montevideo, Uruguay. 2005;7.
61. Cornman RS, Schatz MC, Johnston JS, Chen Y-P, Pettis J, Hunt G, et al. Genomic survey of the ectoparasitic mite Varroa destructor, a major pest of the honey bee Apis mellifera. BMC genomics. 2010;11(1):1-15.
62. STEPHANY CRA. TESIS DE GRADO COMPARACIÓN ENTRE ÁCIDO OXÁLICO Y AMITRAZ PARA EL TRATAMIENTO CONTRA VARROOSIS EN ABEJAS APIS MELLIFERA.
63. Reyes Sánchez FR. Efectividad de cuadro acaricidas en el control del ácaro (Varroa destructor) en abejas (Apis mellifera L.). 2016.
64. Ibarra Navarrete YS. Niveles de ácido oxálico para el control de varroosis (Varroa destructor) EN ABEJAS (Apis mellifera), en el recinto Aguas Frias del Cantón Mocache, año 2018": Quevedo-UTEQ; 2019.
65. Vandame R, Ganz P, Garibay S, Reyes T. Manual de apicultura orgánica. Chiapas, MX. 2012.
66. López Benegas CF. Plan estratégico de turismo sostenible articulado a la agenda de desarrollo local de la parroquia Río Negro, cantón Baños de Agua Santa, provincia de Tungurahua. 2019.
67. Haro Miranda AA. Evaluación de la calidad del agua para uso recreacional y propuesta de plan de manejo en la micro cuenca del río estancias de la Parroquia Río Negro-Cantón Baños Provincia de Tungurahua 2013.

68. Pazmiño Cahuasqui MP, Romero Barriga AC, Zambrano Caiza EF. Diseño de un modelo de desarrollo turístico para la parroquia de río negro cantón Baños provincia de Tungurahua 2014.
69. Sanabria JL, Demedio J, Pérez T, Peñate I, Rodríguez D, Lóriga W. Índices de infestación por *Varroa destructor* en colmenas sin medidas de control. *Revista de salud animal*. 2015;37(2):118-24.
70. Chen Y, Zou J, Liu Y, Yang S, Zheng J, Huang W. Combining a Hybrid Prediction Strategy and a Mutation Strategy for Dynamic Multiobjective Optimization. *Swarm and Evolutionary Computation*. 2022:101041.
71. Reyes F, Vargas J, Martos A, Chura J, editors. Eficacia de cuatro acaricidas sobre el ácaro *Varroa destructor*. *Anales Científicos*; 2020.
72. Gregorc A, Alburaki M, Sampson B, Knight PR, Adamczyk J. Toxicity of selected acaricides to honey bees (*Apis mellifera*) and *Varroa* (*Varroa destructor* Anderson and Trueman) and their use in controlling *Varroa* within honey bee colonies. *Insects*. 2018;9(2):55.
73. Masaquiza D, Vargas J, Ortíz N, Salazar R, Curbelo L, Pérez A, et al. Hygienic Behavior of *Apis mellifera* and Its Relationship with *Varroa destructor* Infestation and Honey Production in the Central Highlands of Ecuador. *Insects*. 2021;12(11):966.
74. Gregorc A, Planinc I. Use of thymol formulations, amitraz, and oxalic acid for the control of the varroa mite in honey bee (*Apis mellifera carnica*) colonies. *Journal of Apicultural Science*. 2012;56(2):61.
75. Giacomelli A, Pietropaoli M, Carvelli A, Iacoponi F, Formato G. Combination of thymol treatment (Apiguard®) and caging the queen technique to fight *Varroa destructor*. *Apidologie*. 2016;47(4):606-16.
76. Álvarez Lazo JC. Evaluación de la conducta higiénica de *Apis mellifera* y su relación del nivel infestación de *varroa destructor* en la zona centro de Ecuador: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo; 2018.
77. Díaz-Monroy B, Moyón-Moyón J, Baquero-Tapia MF. Evaluación de tres alternativas para el control de varroasis (*Varroa destructor*) en apiarios ecuatorianos. *Ciencia y Agricultura*. 2019;16(1):63-78.

78. Guerra Narváez AP, Rosero Mayanquer HP. Evaluación de cinco tratamientos para el control del acaro " Varroa destructor" en abejas (*Apis mellífera*). 2013.
79. Vásquez-Castro J, Narrea-Cango M, Bracho-Pérez JC. Efecto del ácido oxálico, ácido fórmico y coumaphos sobre *Varroa destructor* (Acari: Varroidae) en colonias de abejas. *Revista Peruana de Entomología*. 2006;45(1):149-52.
80. Espinosa-Montaña LG, Guzmán-Novoa E. Eficacia de dos acaricidas naturales, ácido fórmico y timol, para el control del ácaro *Varroa destructor* de las abejas (*Apis mellifera* L.) en Villa Guerrero, Estado de México, México. *Veterinaria México*. 2007;38(1):9-19.
81. Davila M, Ortiz MS, De Huiza IR. Presencia de la Abeja Africana en el Perú. *Revista Peruana de Entomología*. 1980;23(1):125-7.

CAPÍTULO VII. ANEXOS

1. Datos de campo

Period	Treatment	Bee	Mites	Frame bees	Total	Infestation
0	T1	180	5	10	38000	2,78
0	T1	215	11	10	38000	5,12
0	T1	198	11	10	38000	5,56
0	T1	210	10	10	38000	4,76
0	T1	197	7	9	34200	3,55
0	T2	190	13	8	30400	6,84
0	T2	110	5	9	34200	4,55
0	T2	109	10	10	38000	9,17
0	T2	177	5	9	34200	2,82
0	T2	119	6	10	38000	5,04
0	T3	101	5	8	30400	4,95
0	T3	143	4	9	34200	2,80
0	T3	179	7	10	38000	3,91
0	T3	123	4	9	34200	3,25
0	T3	119	10	10	38000	8,40
0	CON	143	5	10	38000	3,50
0	CON	150	5	10	38000	3,33
0	CON	197	12	9	34200	6,09
0	CON	130	5	10	38000	3,85
0	CON	136	6	8	30400	4,41
1	T1	180	6	10	38000	3,33
1	T1	200	4	10	38000	2,00
1	T1	185	8	10	38000	4,32
1	T1	150	6	10	38000	4,00
1	T1	200	10	9	34200	5,0
1	T2	160	2	8	30400	1,25
1	T2	185	4	9	34200	2,16
1	T2	180	5	10	38000	2,78
1	T2	210	3	9	34200	1,43
1	T2	203	3	10	38000	1,48
1	T3	200	3	8	30400	1,50
1	T3	225	4	9	34200	1,78
1	T3	180	3	10	38000	1,67
1	T3	196	3	9	34200	1,53
1	T3	200	2	10	38000	1,00
1	CON	190	5	10	38000	2,63
1	CON	187	6	10	38000	3,21
1	CON	203	5	9	34200	2,46
1	CON	200	8	10	38000	4,00

1	CON	197	6	8	30400	3,05
2	T1	200	4	10	38000	2,00
2	T1	200	4	10	38000	2,00
2	T1	185	6	10	38000	3,24
2	T1	200	4	10	38000	2,00
2	T1	200	9	9	34200	4,50
2	T2	200	2	8	30400	1,00
2	T2	200	4	9	34200	2,00
2	T2	200	5	10	38000	2,50
2	T2	201	4	9	34200	1,99
2	T2	200	3	10	38000	1,50
2	T3	200	4	8	30400	2,00
2	T3	225	4	9	34200	1,78
2	T3	200	3	10	38000	1,50
2	T3	214	4	9	34200	1,87
2	T3	200	2	10	38000	1,00
2	CON	200	6	10	38000	3,00
2	CON	205	7	10	38000	3,41
2	CON	200	5	9	34200	2,50
2	CON	200	7	10	38000	3,50
2	CON	200	5	8	30400	2,50
3	T1	180	4	10	38000	2,22
3	T1	200	4	10	38000	2,00
3	T1	185	8	10	38000	4,32
3	T1	150	6	10	38000	4,00
3	T1	200	10	9	34200	5,00
3	T2	160	2	8	30400	1,25
3	T2	185	4	9	34200	2,16
3	T2	180	5	10	38000	2,78
3	T2	210	3	9	34200	1,43
3	T2	203	3	10	38000	1,48
3	T3	200	3	8	30400	1,50
3	T3	225	4	9	34200	1,78
3	T3	180	3	10	38000	1,67
3	T3	196	3	9	34200	1,53
3	T3	200	2	10	38000	1,00
3	CON	190	5	10	38000	2,63
3	CON	187	6	10	38000	3,21
3	CON	203	5	9	34200	2,46
3	CON	200	8	10	38000	4,00
3	CON	197	6	8	30400	3,05
4	T1	200	6	10	38000	3,00
4	T1	200	8	10	38000	4,00
4	T1	200	9	10	38000	4,50

4	T1	160	8	10	38000	5,00
4	T1	200	8	9	34200	4,00
4	T2	200	3	8	30400	1,50
4	T2	200	3	9	34200	1,50
4	T2	200	3	10	38000	1,50
4	T2	200	3	9	34200	1,50
4	T2	200	3	10	38000	1,50
4	T3	200	4	8	30400	2,00
4	T3	200	4	9	34200	2,00
4	T3	200	4	10	38000	2,00
4	T3	201	5	9	34200	2,49
4	T3	205	5	10	38000	2,44
4	CON	200	5	10	38000	2,50
4	CON	198	6	10	38000	3,03
4	CON	206	4	9	34200	1,94
4	CON	201	9	10	38000	4,48
4	CON	200	5	8	30400	2,50

Mean	187,89	5,33	9,4	35720	2,94
SD	2,61	0,24	0,07	282,06	0,15
SEM	0,26	0,02	0,01	28,21	0,02
CV	2,61	0,24	0,07	282	0,15