



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA AGROPECUARIA DE MANABÍ
MANUEL FÉLIX LÓPEZ**

DIRECCIÓN DE POSGRADO Y EDUCACIÓN CONTINUA

**INFORME DE INVESTIGACIÓN
PREVIA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE MAGÍSTER EN
INGENIERÍA AGRÍCOLA MENCIÓN FITOTECNIA**

MODALIDAD:

Trabajo de Titulación

TEMA:

**EVALUACIÓN DE ACARICIDAS SOBRE EL NIVEL DE
INFESTACIÓN DEL ÁCARO *Varroa destructor* EN ABEJAS *Apis
mellifera* EN EL APIARIO MI REINA**

AUTOR:

ING. RUBÉN ANDRÉS ALCÍVAR SANTANA

TUTOR:

ING. ÁNGEL MONSERRATE GUZMÁN CEDEÑO, Ph.D.

CALCETA, FEBRERO DE 2023

DERECHOS DE AUTORÍA

Rubén Andrés Alcívar Santana, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional, que se han respetado los derechos de autor de terceros, por lo que asumo la responsabilidad sobre el contenido del mismo, así como ante la reclamación de terceros, conforme a los artículos 4, 5 y 6 de la Ley de Propiedad Intelectual.

A través de la presente declaración cedo los derechos de propiedad intelectual a la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, según lo establecido en el artículo 46 de la Ley de Propiedad Intelectual y su Reglamento.



Ing. Rubén A. Alcívar Santana

CERTIFICACIÓN DE TUTOR

Ph.D. Ángel Monserrate Guzmán Cedeño, certifica haber tutelado el trabajo de titulación Evaluación de acaricidas sobre el nivel de infestación del ácaro *Varroa destructor* en abejas *Apis mellifera* en el apiario Mi Reina, que ha sido desarrollado por **Rubén Andrés Alcívar Santana**, previo la obtención del título de Magíster en Ingeniería Agrícola mención Fitotecnia, de acuerdo al Reglamento de unidad de titulación de los programas de Posgrado de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.

Ph.D. Ángel Monserrate Guzmán Cedeño

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL

Los suscritos integrantes del tribunal correspondiente, declaramos que hemos **APROBADO** el trabajo de titulación Evaluación de acaricidas sobre el nivel de infestación del ácaro *Varroa destructor* en abejas *Apis mellifera* en el apiario Mi Reina, que ha sido propuesto, desarrollado y sustentado por **Rubén Andrés Alcívar Santana**, previa la obtención del título de Magíster en Ingeniería Agrícola mención Fitotecnia, de acuerdo al Reglamento de la unidad de titulación de los programas de Posgrado de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.

Ph.D. Lenin O. Vera Montenegro
MIEMBRO

Mg. Luis E. Párraga Muñoz
MIEMBRO

Ph.D. Gonzalo B. Constante Tubay
PRESIDENTE

AGRADECIMIENTO

A Dios por todas las bendiciones derramadas, por las fuerzas para poder superar obstáculos y por permitirme cumplir una nueva etapa en mi vida profesional.

A mis padres, hermana y demás familiares, por todo ese apoyo recibido desde siempre, quienes han inculcado en mí los valores que me han llevado a ser la persona que soy.

A mi enamorada por ser parte de mi vida y brindarme todo su cariño, confianza y apoyo constante, en especial por ser fuente de motivación para impulsarme en alcanzar mis objetivos.

A mi tutor Ph.D. Ángel M. Guzmán Cedeño por compartir sus conocimientos, brindarme su apoyo y guiarme en el transcurso de la investigación.

Al Ph.D. Gonzalo B. Constante Tubay por el apoyo recibido durante la redacción del trabajo de investigación.

A la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López que me dio la oportunidad de crecer como ser humano a través de una educación superior de calidad y en la cual he forjado mis conocimientos profesionales día a día.

Rubén Andrés Alcívar Santana

DEDICATORIA

A Dios por derramar sus bendiciones y amor con los que conduce mi camino.

A mis padres, hermana y demás familiares por todo ese apoyo recibido y ese gran amor que me brindan, todas esas enseñanzas que me han servido para llegar a culminar una nueva etapa en mi vida profesional.

A mí enamorada por ese gran apoyo recibido día a día para poder cumplir mis metas y por ese cariño tan incondicional que me brinda siempre.

Rubén Andrés Alcívar Santana

CONTENIDO GENERAL

DERECHOS DE AUTORÍA	ii
CERTIFICACIÓN DE TUTOR	iii
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL	iv
AGRADECIMIENTO	v
DEDICATORIA	vi
CONTENIDO GENERAL.....	vii
CONTENIDO DE TABLAS	ix
CONTENIDO DE FIGURA	ix
CONTENIDO DE ANEXOS	ix
RESUMEN	xi
ABSTRACT	xii
CAPÍTULO I. ANTECEDENTES.....	1
1.1. Planteamiento y formulación del problema	1
1.2. Justificación	2
1.3. Objetivos.....	4
1.3.1. Objetivo general.....	4
1.3.1. Objetivos específicos	4
1.4. Hipótesis	4
CAPÍTULO II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	5
2.1. Condiciones fitosanitarias en las colmenas de abeja	5
2.1.1. Patógenos	5
2.1.2. Insecto-plaga	6
2.1.3. Ciclo biológico y morfología de <i>V. destructor</i>	7
2.1.4. Daños ocasionados por <i>V. destructor</i>	8
2.2. Acaricidas en el control de <i>V. destructor</i>	9
2.2.1. Colecta de <i>V. destructor</i>	10
2.3. Investigaciones relacionadas a la evaluación de acaricidas en el control de <i>V. destructor</i>	11
2.3.1. Resultado de infestación de <i>V. destructor</i>	11

2.3.2. Eficiencia de control de los acaricidas	11
2.4. Sitio del estudio y material biológico	12
2.4.1. Descripción del lugar de estudio	12
2.4.2. Características del material biológico.....	13
CAPÍTULO III. DESARROLLO METODOLÓGICO	14
3.1. Ubicación.....	14
3.2. Duración	14
3.3. Métodos de la investigación.....	14
3.4. Factor en estudio	14
3.5. Tratamientos.....	15
3.6. Diseño experimental	15
3.7. Esquema análisis de varianza.....	15
3.8. Unidad experimental	15
3.9. Descripción de los tratamientos	16
3.10. Variables evaluadas.....	17
3.11. Manejo del experimento.....	18
3.11.1. Etapa I: Diagnóstico de infestación inicial de <i>V. destructor</i>	18
3.11.2. Etapa II: Evaluación de acaricidas	19
3.12. Análisis estadístico	20
3.13. Estimación económica de los tratamientos	20
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	21
4.1. Etapa I: Establecimiento del porcentaje de infestación inicial de <i>V. destructor</i> EN <i>A. mellifera</i>	21
4.2. Etapa II: Determinación de los acaricidas mas efectivos en el control de <i>V. destructor</i>	22
4.3. Estimación de costos de los tratamientos	25
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	27
5.1. Conclusiones	27

5.2. Recomendaciones	27
BIBLIOGRAFÍA	28
ANEXOS	31

CONTENIDO DE TABLAS

3.1. Acaricidas utilizados en el control del ácaro <i>V. destructor</i>	15
3.2. Esquema ADEVA.....	15
4.1. Porcentaje de infestación inicial de <i>V. destructor</i> en <i>A. mellifera</i>	22
4.2. Porcentaje de infestación inicial y final de <i>V. destructor</i> en <i>A. mellifera</i> y efectividad de los acaricidas.....	25
4.3. Costos/colmena de los tratamientos para el control de <i>V. destructor</i>	27

CONTENIDO DE FIGURA

3.1. Ubicación de la Finca Ecología Agroindustrial El Junco	14
---	----

CONTENIDO DE ANEXOS

Anexo 1. Certificado del apiario mi reina emitido por AGROCALIDAD	32
Anexo 2. Registro floral	33
Anexo 3. Toma de muestras de abejas para evaluación de <i>V. destructor</i>	34
Anexo 4. Evaluación de <i>V. destructor</i> para determinar porcentaje de infestación inicial.....	34
Anexo 5. Preparación y aplicación del amitraz	35
Anexo 6. Aplicación del ácido fórmico al 60%	35
Anexo 7. Aplicación del ácido oxálico en tiras	36
Anexo 8. Aplicación del ácido oxálico en jarabe	36

Anexo 9. Toma de muestras de abejas para determinar porcentaje de infestación final	37
Anexo 10. Evaluación de <i>V. destructor</i> para determinar porcentaje de infestación final.....	37

RESUMEN

Con el propósito de disminuir el nivel de infestación del ácaro *Varroa destructor* en abejas *Apis mellifera* mediante el uso de acaricidas, se realizó la presente investigación en el apiario Mi Reina ubicado en la comuna El Junco de Charapotó, Manabí. El experimento se realizó mediante un diseño completamente al azar con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones lo que corresponde a 16 colmenas y el respectivo modelo estadístico para el análisis de datos. Los tratamientos evaluados fueron amitraz, ácido fórmico al 60%, ácido oxálico en tiras y ácido oxálico en jarabe. El procedimiento de la investigación se la realizó en dos etapas: la primera para determinar los porcentajes de infestación inicial de *V. destructor* en *A. mellifera* y en la segunda etapa para determinar qué acaricida tenía mayor control. Los porcentajes de infestación inicial variaron entre 6.32 a 9.54% donde no se mostró diferencias significativas, una vez evaluados los acaricidas se determinó los porcentajes de infestación final, los cuales variaron entre 1.10 a 11.86% mostrando diferencias significativa, en base a estos registros se demostró que el amitraz tuvo la mayor efectividad con 88.47% siendo casi similar al ácido oxálico en jarabe que logró 71.33%, a diferencia del ácido oxálico en tiras y el ácido fórmico al 60% que resultaron menos eficaces con valores de 39.18% y -18.48%. Se concluye que el tratamiento más eficaz para controlar *V. destructor* es el uso del acaricida de contacto amitraz preparado en solución de 2 mL del producto en 2 litros de agua.

Palabras clave: Colmenas, *Varroa destructor*, acaricidas, apiario, tratamientos.

ABSTRACT

With the purpose of reducing the level of infestation of the *Varroa destructor* mite in *Apis mellifera* bees through the use of acaricides, this research was carried out in the Mi Reina apiary located in El Junco community, Charapotó, Manabí. The experiment was carried out using a completely randomized design with four treatments and four repetitions, which corresponds to 16 hives and the respective statistical model for data analysis. The treatments evaluated were amitraz, 60% formic acid, oxalic acid in strips and oxalic acid in syrup. The investigation procedure was carried out in two stages: the first to determine the percentages of initial infestation of *V. destructor* in *A. mellifera* and in the second stage to determine which acaricide had the greatest control. The initial infestation percentages varied between 6.32 to 9.54% where no significant differences were shown, once the acaricides were evaluated, the final infestation percentages were determined, which varied between 1.10 to 11.86% showing significant differences, based on these records it was shown that amitraz had the highest effectiveness with 88.47% being almost similar to oxalic acid in syrup that achieved 71.33%, unlike oxalic acid in strips and formic acid at 60% that were less effective with values of 39.18% and -18.48% . It is concluded that the most effective treatment to control *V. destructor* is the use of the contact acaricide amitraz prepared in a solution of 2 mL of the product in 2 liters of water.

Key words: Hives, *Varroa destructor*, acaricides, apiary, treatments.

CAPÍTULO I. ANTECEDENTES

1.1. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

La apicultura es una actividad agropecuaria que brinda grandes beneficios económicos y ecológicos, convirtiéndose en los últimos años en una actividad que permite el progreso de muchos países incluyendo al Ecuador; sin embargo, el desarrollo de esta actividad presenta problemas en aspectos de manejo, alimentación, organización de apicultores, comercialización y lo más importante la sanidad dentro de la cual han surgido problemas sanitarios serios (Pomagualli, 2017).

De acuerdo con las estadísticas de FAO la producción mundial de miel natural ascendió a 1.852.598 toneladas en 2019. Si bien los últimos dos años se observan caídas en la producción, la misma se mantiene por encima de 1,8 millones de t, barrera que se atravesó en 2014 y se ha superado anualmente en los últimos años. China continúa siendo el líder en producción de miel representando aproximadamente un cuarto de la producción mundial (Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca, [MGAP], 2021).

En Ecuador, según datos de la Subsecretaría de Producción Agrícola del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), hay 2.034 apicultores, 634 más que en el Registro Apícola del 2018. En solo tres años el número de colmenas pasó de 19.155 a 22.631, mientras que el promedio nacional de miel ha ido aumentando de 10,5 a 15,5 kilogramos por colmena año (Armijos, 2021).

En los últimos años, la apicultura a nivel mundial se encuentra amenazada por el incremento de mortalidad de las abejas, lo que ha generado preocupación en el sector apícola, tanto nacional como internacional, causada por la desaparición de las colmenas, a lo que se denomina Desorden del Colapso de las Colmenas (CCD), provocado por factores como virus, bacterias, hongos y parásitos, a más de causas exógenas como el calentamiento global, cambio climático, uso de agro tóxicos (neonicotinoides), lo que está generando la disminución de la población de abejas a nivel mundial, regional y nacional (Agencia de Regulación y Control Fito y Zoonosanitario [AGROCALIDAD], 2016).

En la actualidad la varroosis es la enfermedad de distribución mundial que más daños ocasiona a la apicultura. Se trata de una acariosis externa causada por el ácaro *V. destructor* (Parasiformes: Varroidae) que afecta tanto a la cría como a las abejas adultas. Los daños que produce no sólo devienen de su acción expoliadora, sino también porque favorece la aparición generalizada de infecciones víricas y bacterianas, tanto en la cría como en las abejas adultas (Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación [MAPA], 2019).

Debido a la forma de alimentación del ácaro, perforando la cutícula de las abejas y succionando su hemolinfa, se lo considera un agente ideal para la inoculación de partículas virales. Otro de los daños indirectos que pueden mencionarse es la acción de los pesticidas sobre colonias infestadas por varroosis. La varroa, al alimentarse del adulto, disminuye la concentración de proteínas y ácidos grasos en hemolinfa, hecho que hace aumentar la susceptibilidad de las abejas a las dosis de pesticidas que en otras circunstancias serían inocuas, y que provoque en presencia de una alta tasa de infestación, la muerte de la colonia (AGROCALIDAD, 2014).

Por lo cual, Pomagualli (2017) menciona que, en definitiva, disminuye la producción y al no combatir a este ácaro provoca la muerte de las colmenas, constituyéndose de esta manera en una de las mayores amenazas para la rentabilidad de las explotaciones apícolas y del medio ambiente en general, ya que la mayoría de las plantas y cultivos dependen de las abejas, como importantes polinizadores. Moyón (2013) en un trabajo de investigación evaluó la efectividad de 3 tratamientos para el control de *V. destructor*, obteniendo como resultado que la aplicación de ácido fórmico obtuvo un 95,10%, ácido oxálico 94,42% y por último el timol con 62,88%.

Con estos antecedentes surge la siguiente interrogante: ¿Qué acaricida disminuye el nivel de infestación del ácaro *V. destructor* en la abeja *A. mellifera*?

1.2. JUSTIFICACIÓN

El valor económico de la apicultura no sólo se deriva de la producción de miel y otros productos apícolas, sino también de su acción polinizadora en los cultivos y vegetación silvestre que, a nivel mundial, alcanza un valor de 153 mil millones de euros y un 9,5% del valor de producción agrícola para la alimentación humana. Así mismo, el mantenimiento óptimo de la salud de las abejas resulta esencial para

garantizar la sostenibilidad de este sector, ya que los problemas sanitarios tienen graves consecuencias en términos económicos afectando de forma directa a la renta de los apicultores (MAPA, 2019).

Existe la necesidad de controlar las enfermedades endémicas de las abejas a nivel del país y así generar un estatus óptimo de los colmenares para el fortalecimiento de la apicultura y de la cadena productiva (miel, polen, propóleos, jalea real, apitoxina y cera de abejas). Además, concientizar a los apicultores y/o tenedores de colmenas sobre el impacto negativo de las enfermedades en las colmenas y su repercusión en la producción, costos por tratamiento y/o eliminación de colmenas (AGROCALIDAD, 2016).

El mismo autor menciona que actualmente, el Ecuador se encuentra en situación endémica de las enfermedades de las abejas (Varroosis, Nosemosis, Loque europea y Loque americana). Las limitantes para el control son: medio ambiente, clima, desconocimiento del apicultor para la observación de la sintomatología en campo, falta de notificaciones. Por lo que la persistencia de las enfermedades; ocasionan un obstáculo para mantener niveles de productividad competitivos a nivel interno y externo.

Los ácidos orgánicos, aceites esenciales y los beta ácidos del lúpulo se consideran productos químicos blandos porque son derivados naturales. Estos tratamientos son efectivos y no dejan residuos químicos en los productos de la colmena, como la cera; si se usan productos químicos en la colmena, se recomienda aplicar productos químicos blandos antes de considerar el uso de químicos duros (Underwood, 2019).

Uno de estos químicos blandos es el ácido oxálico en tiras de liberación lenta, de origen natural, una molécula presente en los seres vivos no contamina la miel, no tiene restricciones ambientales y tampoco genera resistencia, en la cual se pueden emplear de dos a tres tiras por colmena (Quesada, 2020).

En Manabí, existen escasas investigaciones de trabajos sobre el control de *V. destructor* en la abeja *A. mellifera*, lo que ha afectado la rentabilidad económica de los agricultores por baja incidencia de polinización y de los apicultores por la baja productividad; por lo tanto, se hace necesario abordar estudios sobre la evaluación

de tratamientos químicos para control del ácaro, con el fin de utilizar la información generada para un mejor control de *V. destructor* en la comuna El Junco.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

Disminuir el nivel de infestación del ácaro *V. destructor* en abejas *A. mellifera* mediante el uso de acaricida de contacto en la comuna El Junco de Charapotó, Manabí

1.3.1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar el acaricida que disminuya el nivel de infestación de *V. destructor* en abejas *A. mellifera*
- Realizar estimación económica de los tratamientos en estudio

1.4. HIPÓTESIS

El empleo de acaricida de contacto amitraz disminuye el nivel de infestación del ácaro *V. destructor* que afecta a la abeja *A. mellifera*.

CAPÍTULO II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. CONDICIONES FITOSANITARIAS EN LAS COLMENAS DE ABEJA

Las abejas se encuentran amenazadas por factores sanitarios y ambientales, que actúan en conjunto y provocan la mortandad de las colonias, afectando el rendimiento de la producción y los beneficios que esta especie aporta a la vida del ser humano. Las abejas, son sensibles a las bacterias, virus y parásitos. Su resistencia a los factores adversos es mayor si se encuentran en óptimo estado sanitario y de nutrición. Los retos ambientales, en particular si hospedan patógenos (Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria [SENASA], 2017).

Actualmente, las enfermedades de las abejas causan el 30% de la mortandad de colonias en nuestro país. Son muchas las enfermedades que atacan a las abejas melíferas como resultado de la acción de diferentes organismos patógenos, por este motivo y según afecten a las abejas adultas (obreras, zánganos, reina) o a la cría en desarrollo, huevo, larva o pupa; algunas enfermedades son propias de una especie (*Apis cerana*) y luego pasaron a otra especie como (*A. mellifera*) o viceversa (Bonifaz, 2021).

2.1.1. PATÓGENOS

AGROCALIDAD (2016) menciona los siguientes patógenos:

Varroosis:

Se trata de una enfermedad parasitaria provocada por un ácaro llamado *V. destructor*, se la considera como la enfermedad más grave junto a Loque americana. Los ácaros se alimentan de la hemolinfa de las abejas, se fija a los esternos de las abejas adultas, perforan la cutícula y debilitan a las abejas afectando su comportamiento nervioso y provocando desorientación en el vuelo. También afecta a las crías. Además, puede transmitir y crear las condiciones adecuadas para la aparición de otras enfermedades bacterianas, fúngicas o virales.

Loque europea:

El microorganismo causante de la loque europea en las abejas melificas es la bacteria *Melissococcus plutonius*. No es fiable detectar su presencia mediante la observación de los síntomas de la enfermedad en el campo. El signo más claro y frecuente es la muerte de las larvas poco antes de ser operculadas en sus celdas, pero la muerte también puede deberse a otras causas distintas a la Loque europea.

Nosemosis:

Es una enfermedad parasitaria intestinal, invasiva y contagiosa de las abejas adultas, provocada por un hongo llamado *Nosema apis Zander*. Su distribución es cosmopolita, aunque se la considera importante en países templados ya que está muy asociada a factores climáticos como la temperatura, humedad y precipitaciones. Provoca grandes daños económicos al reducir singularmente la capacidad de producción.

Ascophaerosis:

Es una enfermedad micótica provocada por un hongo la especie *Ascophaera* que afecta a las larvas de las abejas entre los 3 y 4 días de edad, fundamentalmente a las crías de zánganos, en segundo término, a las de obreras y ocasionalmente a las que darán origen a las reinas. También se la llama Cría Encalada, Cría de Tiza, Cría Calcárea o Chalkbrood. Hasta hace mucho tiempo, esta enfermedad, no se la consideraba importante y si bien aún no lo es, ha aumentado la incidencia convirtiéndose en un problema de cierta relevancia económica. Está presente en prácticamente todos los países en los que se practica la apicultura, exceptuando algunos de Centro América en los que aún no se ha descrito.

2.1.2. INSECTO-PLAGA

Pino et al. (2015) mencionan lo siguiente:

Galleriasis:

Probablemente el enemigo que causa las mayores pérdidas en la colmena en todo el mundo es la forma larval (el gusano) de polilla mayor de la cera. Dos especies son *Galleria mellonella* y *Achroia grosella*. Esta, es un depredador de las colmenas que da origen a pérdidas importantes de panales, miel y equipos apícolas. Por lo regular hace poco o ningún daño a las colonias fuertes que pueden proteger todos sus panales, consecuentemente si se observan polillas en gran cantidad en una colmena será un signo de debilidad. Algunos de los apicultores culpan a esta plaga de la muerte de la colonia, pero no es así, seguramente esto se debe a otro problema.

Escarabajo pequeño de la colmena:

Plaga que afecta drásticamente a la cría de las abejas y sus productos ocasionando grandes pérdidas. Este insecto es del orden de los Coleópteros que recibe el nombre científico de *Aethina tumida*. Es activa sólo en el verano durante lo cual se reproducen cinco generaciones. La plaga pasa por los estados de huevo, larva, pupa y adulta.

2.1.3. CICLO BIOLÓGICO Y MORFOLOGÍA DE *V. destructor* (PARASITIFORMES: VARROIDAE)

La hembra fértil del ácaro inicia el ciclo biológico al entrar (una sola o varias) en la celda. Una vez en el interior se aloja en el alimento de la larva y se mantiene inmóvil hasta que esta lo consuma. Luego succiona la hemolinfa de la pupa y pone su primer huevo que dará origen a un ácaro macho. Cuando esto sucede ya han transcurrido entre 60 a 70 h de su ingreso a la celda; 30 h más tarde pone otro huevo que dará origen a una varroa hembra, y a partir de este momento continuará su postura cada 30 h con huevos que darán origen a varroas hembras (Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias [INIFAP], 2011).

V. destructor tiene una morfología muy diferente entre los dos sexos. Sólo las hembras de varroa causan la acción parasitaria destructiva a las abejas. La hembra adulta es de color rojizo-marrón con forma elíptica y es, en promedio, 1,1 mm de largo y 1,5 mm de ancho. Tiene cuatro pares de patas que permiten al ácaro de moverse muy rápidamente en la colmena (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO], 2015)

El mismo autor menciona que el macho de *V. destructor* tiene sólo un papel reproductivo y tiene un cuerpo de forma esférica y de color blancuzco. Es más pequeño que la hembra (aproximadamente 0,8 mm de diámetro). Tiene un cuerpo suave, muy similar a la etapa inmadura de la varroa hembra. Los machos tienen una vida muy corta: no son capaces de sobrevivir fuera de la cría operculada, de hecho, mueren dentro de unos días y no pueden alimentarse por sí mismos porque sus aparatos bucales son usados exclusivamente para la transferencia de esperma en el tracto genital de la varroa hembra.

2.1.4. DAÑOS OCASIONADOS POR *V. destructor* (PARASITIFORMES: VARROIDAE)

El daño provocado de Varroa a las abejas es de carácter físico por la hemolinfa que succionan y toxico-infeccioso (acción toxica) porque las heridas que causan para alimentarse propician la entrada de toxinas y la transmisión de microorganismos causantes de diversas enfermedades como *Loque americana*, *Loque europea*, Fungosis, y parálisis en las abejas adultas (Maldonado et al., 2017).

Además de correr el riesgo de contaminación de los productos de la colmena a raíz de los tratamientos para el control del ácaro, es posible que las varroas transmitan debido a su mecanismo de succión, enfermedades de tipo viral, aunque de cierta manera también interviene en enfermedades micóticas y bacterianas. Sin embargo, esta circunstancia desde el punto de vista epidemiológico no es significativa, pues los cuerpos fructíferos se encuentran presentes todo el tiempo en la colmena esperando la aparición de factores predisponentes para desarrollar la enfermedad (AGROCALIDAD, 2014).

Por lo cual el mismo autor indica que es aquí donde se cree que Varroa juega un papel importante ya que produce el debilitamiento de la colmena y el consecuente desequilibrio que favorece la aparición de momias micóticas. La Varroa, al alimentarse del adulto, disminuye la concentración de proteínas y ácidos grasos en hemolinfa, hecho que hace aumentar la susceptibilidad de las abejas a las dosis de pesticidas que en otras circunstancias serían inocuas, y que provoque en presencia de una alta tasa de infestación, la muerte de la colonia.

2.2. ACARICIDAS EN EL CONTROL DE *V. destructor* (PARASITIFORMES: VARROIDAE)

Escudero (2019) menciona que existen varios métodos o tratamientos para combatir dicha enfermedad, por lo cual se nombran los que se consideran por estudios los más eficaces y menos perjudiciales:

- Timol

Es un antioxidante fenólico de origen vegetal autorizado de forma ecológica para el tratamiento de la enfermedad varroasis. Es una sustancia cristalina incolora con un olor característico que está presente en la naturaleza.

- Apivar o Amitraz

Es el tratamiento a base de amitraz en tiras de copolímero de etileno y acetato de vinilo de liberación progresiva, de máxima eficacia y seguridad, tanto para el consumidor como para las abejas. El principio activo se libera de forma regular en el tiempo por toda la superficie de la tira impregnando a las abejas por el contacto. Rápidamente se distribuye por toda la colonia debido al contacto continuo entre las abejas. La alta calidad de la fórmula Apivar garantiza la utilidad de Amitraz de forma segura para la colonia y la miel.

- Ácido Oxálico

Es un compuesto químico orgánico que se encuentra en la naturaleza en frutas, en algunas plantas y hasta la miel puede contener pequeñas cantidades de este ácido. Tiene un grado de eficacia excelente contra la *V. destructor*. Para el tratamiento de las colmenas este ácido se debe mezclar con agua y azúcar. Es muy efectivo cuando se trata en invierno y es un tratamiento económico.

- Ácido Fórmico

El Ministerio de Sanidad, Política Social e Igualdad (2014) menciona que el ácido fórmico es una sustancia activa que actúa contra los ácaros que afectan a las abejas adultas y se sabe que mata las ninfas de los ácaros en las celdas de cría operculadas. Además, se ha demostrado la actividad variable contra ácaros adultos

machos y hembras en los opérculos de cría, lo que podría afectar a la reproducción de los ácaros, dado que el apareamiento y la fertilización se produce dentro de las celdas.

Por lo que el mismo autor explica que el modo de acción del ácido fórmico no está totalmente claro, conforme a los datos disponibles, la alteración del ácaro *V. destructor* como consecuencia de los efectos locales se debe a la acción corrosiva de los vapores del ácido fórmico. Además, la absorción del ácido fórmico puede provocar acidosis que puede afectar al suministro de energía del ácaro mediante la inhibición de la cadena respiratoria mitocondrial. Este ácido se produce de forma natural en la miel por lo que no es un compuesto lipófilo, por lo que no deja residuos en el panal de miel.

2.2.1. COLECTA DE *V. destructor*

Los apicultores generalmente miden la abundancia promedio de ácaros (número de ácaros por cada 100 abejas) usando un cronograma regular que puede ser mensual, para determinar el momento en que la población de ácaros encontrados en la obrera excede los umbrales establecidos. Esto puede realizarse a través de diferentes métodos que incluyen frascos con azúcar, lavados con alcohol o el uso de un tablero adhesivo (Underwood, 2019).

El mismo autor señala que el lavado con alcohol es el método más preciso para monitorear las poblaciones de ácaros, especialmente para apiarios con muchas colonias, ya que muestrear el 20% de las colonias proporciona información suficiente acerca de las poblaciones de *Varroa* del apiario. Los umbrales económicos varían y su objetivo es mantener los niveles de ácaros por debajo o cerca de una abundancia promedio de 2 ácaros por cada 100 abejas. Este es un número muy bajo, el cual se puede mantener usando un número de prácticas que varían entre culturales y químicas.

El objetivo de tratar la *Varroa* no es solamente controlar la infestación de la colonia y evitar las consecuencias de la parasitosis, sino también limitar de forma más colectiva la presión de las poblaciones parasitarias y su impacto sanitario en las colmenas vecinas y en la cabaña apícola en general. Un estudio muestra que una colonia infestada y no tratada puede morir en un periodo de 6 meses a dos años.

La falta de tratamiento de algunas colonias puede poner en peligro a una o varias poblaciones apícolas (Escudero, 2019).

2.3. INVESTIGACIONES RELACIONADAS A LA EVALUACIÓN DE ACARICIDAS EN EL CONTROL DE *V. destructor* (PARASITIFORMES: VARROIDAE)

2.3.1. RESULTADO DE INFESTACIÓN DE *V. destructor*

En el estudio de Guerra y Rosero (2013) se reporta los siguientes porcentajes de infestación inicial a causa de *V. destructor*: T1 17.21%, T2 11.37%, T3 9.49%, T4 9.95% y el T5 9.41%. En otro trabajo de investigación, Moyón (2013) reportó los siguientes porcentajes de infestación: T0 10.83%, T1 10.50%, T2 11.28% y T3 10.75%.

En un estudio realizado por Balcázar (2016) se reportaron los siguientes porcentajes de infestación: T1 12.59%, T2 12.15%, T3 6.19%, T4 15.50 y por último el T5 14.16%. Mientras que Reyes (2016) presentó los siguientes porcentajes de infestación: T1 4.70%, T2 3.99%, T3 4.23%, T4 3.86% y el T5 4.20%. Por otra parte, Pomagualli (2017) reportó los siguientes porcentajes de infestación: T1 5.08%, T2 5.31%, T3 5.31% y el T4 5.15%

2.3.2. EFICIENCIA DE CONTROL DE LOS ACARICIDAS

Guerra y Rosero (2013) reportaron la efectividad de cinco tratamientos para el control de *V. destructor*, obteniendo como resultados: oligoelementos 85.45%, amitraz 91.02%, timol 70.43%, ácido oxálico 67.99% y vaselina 71.96%.

En un estudio realizado por Reyes (2016) determinaron el porcentaje de efectividad de cuatro acaricidas más un testigo, los cuales fueron: cumafos 94.85%, timol 84.68%, ácido oxálico 62.81%, amitraz 55.22% y el testigo 15.65%.

En otro trabajo de investigación, Pomagualli (2017) determinó la efectividad de acaricidas naturales y sintéticos, obteniendo como resultados: ácido oxálico 50.39%, diatomita 44.08% y el aceite esencial de romero 14.44 %.

2.4. SITIO DEL ESTUDIO Y MATERIAL BIOLÓGICO

El estudio se realizará en la comuna El Junco la cual se dedica a la apicultura; debido a las necesidades de apicultores sobre el manejo de *V. destructor*, consideradas la principal plaga de la abeja, la cual le ocasionan la mortalidad, un adecuado manejo de esta plaga contribuirá a mantener una alta población de abejas las cuales son consideradas las mayores polinizadoras a nivel mundial; dentro del material biológico a utilizar se encuentra la abeja *Apis mellifera* del apiario Mi Reina el cual se encuentra ya establecido y certificado.

2.4.1. DESCRIPCIÓN DEL LUGAR DE ESTUDIO

En el Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial, [PDOT] (2015) se mencionan las siguientes condiciones:

➤ **Relieve**

El relieve de la parroquia Charapotó es muy accidentado, presenta elevaciones que en promedio oscilan entre los 20 y 400 msnm, existiendo algunas elevaciones como el Cerro Mancha de Caña cuya elevación es de 466 msnm, al noroeste se elevan montañas como: Cerro Verde y Punta de Charapotó, al noreste elevaciones montañosas como Loma La Seca, Loma Las Pavas, Las Coronas, al sureste elevaciones como Loma Atravesada, Loma Las Glorias, La Laguna y al suroeste elevaciones como Cerro El Blanco.

➤ **Clima**

El clima predominante en la parroquia es el denominado tropical árido, tiene una temperatura que oscila entre los 23 y 26°C, los meses de enero, febrero, marzo y abril son los que presentan el mayor valor de temperatura, mientras que los meses de julio, agosto y septiembre son los que presentan valores ligeramente más bajos con respecto a la media anual. Las variaciones mensuales de las temperaturas no son significativas ya que su amplitud (diferencia entre los valores máximos y mínimos) está entre de 2 y 3°C.

➤ **Precipitación**

La parroquia Charapotó cuenta únicamente con una estación meteorológica ubicada en el Sitio San Jacinto hacia el oeste de la parroquia la misma que registra una precipitación promedio anual de 343.9 mm, sin embargo, se ha tomado en cuenta la estación meteorológica ubicada en el cantón Rocafuerte que es la más cercana a la parroquia la misma que presenta valores de precipitación promedio anual de 367 mm.

➤ **Suelos**

En la parroquia Charapotó existen siete tipos de suelos en donde predominan suelos del orden de los Inceptisoles + entisol con 26.57%, seguidos de los Entisoles con 24.40%, sigue los Inseptisoles con 13.43%, los Ardisol + entisol con el 8.38%, Vertisol con el 4.41%, Mollisol 2.52% y Ardisol 0.0001%. La superficie que corresponde a no aplicable que representa el 23.29% son áreas urbanas y ríos. Podríamos decir entonces que el suelo de la parroquia Charapotó es muy variable y es vulnerable a eventos de tipo antrópicos y naturales debido a su irregularidad.

2.4.2. CARACTERÍSTICAS DEL MATERIAL BIOLÓGICO

La abeja africanizada es de color negra, o negra con bandas amarillas en el abdomen y conviven en la misma colmena algunas de color negro con otras cuyo abdomen es con bandas amarillas; esta abeja es de menor tamaño que las de origen europeo, es bastante más chica y la reina es de color rojo negruzco o dorado negruzco. Las celdillas son inconfundibles por su tamaño, pareciendo sus panales a los de una avispa; tienen comportamientos parecidos a los de las avispas cuando se toca el nido, si se levanta un cuadro con crías las abejas nodrizas vuelan desesperadas dejando casi vacío el panal lo que dificulta muchísimo el trabajo con las mismas (Valega, 2001).

CAPÍTULO III. DESARROLLO METODOLÓGICO

3.1. UBICACIÓN

El presente trabajo de investigación se realizó en la Finca Ecología Agroindustrial El Junco, ubicada en la comuna El Junco, parroquia Charapotó de la provincia de Manabí se encuentra en las coordenadas $0^{\circ}55'12''$ de Latitud Sur y $80^{\circ}27'36''$ de Longitud Oeste.



Figura 3.1. Ubicación de la Finca Ecología Agroindustrial El Junco

3.2. DURACIÓN

El trabajo de investigación tuvo una duración de tres meses los cuales fueron distribuidos desde el mes de octubre hasta el mes de diciembre del 2021.

3.3. MÉTODOS DE LA INVESTIGACIÓN

El método de investigación fue experimental, por lo cual se aplicó un diseño completamente al azar con el respectivo modelo estadístico para el análisis de datos.

3.4. FACTOR EN ESTUDIO

Factor A: Acaricidas

3.5. TRATAMIENTOS

Tabla 3.1. Acaricidas utilizados en el control del ácaro *V. destructor*

Tratamientos	Código	Dosis de acaricidas
A1. Amitraz	A1	2 tiras
A2. Ácido fórmico al 60%	A2	60 mL
A3. Ácido oxálico tiras	A3	2 tiras
A4. Ácido oxálico jarabe	A4	30 mL

3.6. DISEÑO EXPERIMENTAL

Se utilizó un diseño completamente al azar (DCA) con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones.

3.7. ESQUEMA ANÁLISIS DE VARIANZA (ADEVA)

Tabla 3.2. Esquema ADEVA

ADEVA	
Fuente de variación	Grado de libertad
Tratamientos	3
Error	12
Total	15

3.8. UNIDAD EXPERIMENTAL

La unidad experimental se constituyó de una colmena con abejas la cual está conformada por una alza completa + una media alza, dándonos un total de 16 unidades experimentales.

3.9. DESCRIPCIÓN DE LOS TRATAMIENTOS

Estos tratamientos fueron aplicados una vez que se conoció el porcentaje de infestación inicial, realizando la evaluación final al día 20 de haberse realizado las aplicaciones.

Amitraz (T1): Se preparó una solución de 2 mL de amitraz en 2 litros de agua, en la cual fueron sumergidas las tiras de celulosa para luego ser aplicadas en la parte superior de la caja y encima de los marcos, donde se hizo el uso de dos tiras por colmena, una tira fue colocada entre los marcos 3 y 4 y la segunda entre el 7 y 8 aunque también pueden ser ubicadas en forma de X.

Ácido fórmico al 60% (T2): El ácido fórmico se lo encuentra al 85% por cual se requiere el ácido al 60% para esto se necesitó mezclar 42 mL de ácido fórmico más 18 mL de agua destilada lo que nos daría un total de 60 mL que sirvió para tratar una colmena, este procedimiento fue realizado para cada repetición.

Una vez elaborada la concentración, se colocaron 60 mL de ácido en algodón doblados a la mitad dentro de una bolsa de plástico ziploc, este valor corresponde justamente a la cantidad de ácido que absorbe el algodón, también pueden ser utilizadas bolsas normales selladas con una termoselladora.

Cada bolsa de ácido fórmico estuvo colocada una por cada colmena y encima de los marcos justo en la parte central de la caja; se les realizó una apertura de 3 x 3 con una navaja, la cual quedó hacia abajo con la finalidad de permitir la evaporación del ácido fórmico.

Ácido oxálico tiras (T3): Se utilizaron tres tiras que contienen ácido oxálico por cada colmena, las cuales se aplicaron encima de la caja, la primera tira fue ubicada entre los marcos 2 y 3, la segunda entre la 5 y 6 y la tercera entre la 8 y 9.

Ácido oxálico jarabe (T4): Se realizó una preparación con una solución de 8,4 g de ácido oxálico puro, 120 g de azúcar y 120 mL de agua, una vez que se efectuó este proceso se roció 30 mL por cada colmena.

3.10. VARIABLES EVALUADAS

- Número de abejas colectadas

De cada unidad experimental que corresponde a una colmena con la ayuda de un envase el cual contiene una solución al 2% de detergente líquido en agua se colectaron una muestra de abejas de la cámara de cría y en un ambiente controlado se procedió a realizar el conteo de las abejas, este dato sirvió para aplicar la fórmula de infestación tanto inicial como final y para la efectividad de los tratamientos.

- Número de ácaros colectados

Una vez que se tuvo la colecta de abejas, éstas pasaron por un filtrado a doble malla con el objetivo de separar los ácaros de las abejas y así poder realizar el conteo de cada muestra. Este valor sirvió para obtener el porcentaje de infestación tanto inicial como final y para la efectividad de los tratamientos.

- Porcentaje de infestación inicial de Varroa

Obteniendo el número de abejas y de ácaros colectados por cada unidad experimental se procedió a estimar el porcentaje de infestación inicial de *V. destructor* en la abeja, mediante la fórmula de Reyes (2016), donde:

Ecuación 1. Porcentaje de infestación inicial.

$$\% \text{ infestación inicial} = \frac{\text{Número de varroas}}{\text{Número de abejas}} * 100$$

- Porcentaje de infestación final

Una vez que se aplicaron todos los acaricidas y al momento que fueron evaluados se procedió a tomar nuevamente una muestra de abejas de la cámara de cría, y se repitió los procedimientos descritos anteriormente con la finalidad de estimar el porcentaje de infestación final de la Varroa en la abeja, se utilizó la fórmula de Reyes (2016), donde:

Ecuación 2. Porcentaje de infestación final

$$\% \text{ infestación final} = \frac{\text{Número de varroas}}{\text{Número de abejas}} * 100$$

- Porcentaje de efectividad de los tratamientos

Al momento de haber obtenido los porcentajes de infestación tanto inicial como final, se estimó el porcentaje de efectividad de los tratamientos que fueron aplicados para el control de *V. destructor* en abejas, para lo cual fue utilizada la fórmula de Reyes (2016), donde:

Ecuación 3. Porcentaje de efectividad

$$\% \text{ Efectividad} = \frac{\text{Infestación inicial} - \text{Infestación final}}{\text{Infestación inicial}} * 100$$

3.11. MANEJO DEL EXPERIMENTO

El apiario está ubicado en el centro de un área de reserva que consta de 400 m², en la cual se encuentran una biodiversidad de flora (anexo 2), este apiario se encuentra certificado por AGROCALIDAD (anexo 1) y está establecido en la comuna El Junco, Charapotó, Manabí, esta investigación constó de dos etapas las cuales se detallan a continuación:

3.11.1. ETAPA I: DIAGNÓSTICO DE INFESTACIÓN INICIAL DE *V. destructor*

Para realizar esta primera etapa se efectuó el sorteo de los tratamientos en cada repetición que se tuvo, una vez aplicado esto se procedió mediante envases a la obtención de las abejas en la cual se implementaron actividades de exploración en la colmena; posteriormente, en un ambiente controlado se complementó con la obtención de los porcentajes de infestación.

A) Colecta

En esta etapa se comenzó con la colecta de abejas lo cual consistió en visitar cada colmena y destapar cada cámara de cría, una vez efectuada esta actividad se

procedió a tomar una muestra de abejas las cuales fueron sumergidas en un envase a una solución al 2% de detergente líquido en agua. Estas muestras fueron llevadas a un ambiente controlado en la cual se agitaron por un lapso de un minuto para luego pasar por un proceso de filtrado a doble malla, la primera de mayor dimensión retuvo las abejas y la segunda más fina retuvo los ácaros.

B) Infestación inicial

Una vez que se ejecutó el conteo de las abejas y ácaros obtenidos del proceso de filtrado se procedió a determinar el porcentaje de infestación inicial mediante la siguiente fórmula, aplicada en la investigación de Reyes (2016), donde:

$$\% \text{ infestación inicial} = \frac{\text{Número de varroas}}{\text{Número de abejas}} * 100$$

3.11.2. ETAPA II: EVALUACIÓN DE ACARICIDAS

En esta etapa se realizó la aplicación de los tratamientos (ácido fórmico, amitraz, ácido oxálico tiras y ácido oxálico jarabe) en cada colmena para ser evaluados, se dispuso de un total de 16 colmenas. Una vez que se realizaron todas las aplicaciones de los tratamientos en todas las unidades experimentales se procedió a determinar el porcentaje de infestación final el cual consistió en el mismo procedimiento descrito anteriormente, mediante la fórmula aplicada por Reyes (2016) en la cual:

$$\% \text{ infestación final} = \frac{\text{Número de varroas}}{\text{Número de abejas}} * 100$$

Una vez que se conoció este porcentaje, se pudo determinar la efectividad de los tratamientos empleando la siguiente fórmula propuesta en la investigación de Reyes (2016), donde:

$$\% \text{ Efectividad} = \frac{\text{Infestación inicial} - \text{Infestación final}}{\text{Infestación inicial}} * 100$$

3.12. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Los resultados obtenidos en la investigación fueron categorizados mediante la prueba de tukey con un nivel de significación de 0.05.

3.13. ESTIMACIÓN ECONÓMICA DE LOS TRATAMIENTOS

Se determinó en función al costo por aplicación del producto más el costo de mano de obra y transporte.

- El costo establecido en la aplicación del producto se estableció en cuanto la cantidad usada, tomando de referencia la dosis empleada por unidad de control (una colmena) y demás materiales que fueron utilizados.
- El costo de mano de obra se determinó al pago por la aplicación de los tratamientos.
- El costo de transporte hace referencia al valor de movilización hacia para la aplicación de los acaricidas.

CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Este capítulo muestra los resultados que se obtuvieron durante el desarrollo de las dos etapas establecidas en la metodología de la presente investigación las cuales se detallan a continuación:

4.1. ETAPA I: ESTABLECIMIENTO DEL PORCENTAJE DE INFESTACIÓN INICIAL DE *V. destructor* EN *A. mellifera*

Las condiciones climáticas presentadas en este estudio tienen diferencia con lo que reportan otros autores, es el caso de Reyes (2016) que presentó temperatura promedio entre 16 y 23°C. Mientras que Guerra y Rosero (2013) reportaron temperatura entre 5 a 26°C. Por otra parte, Moyón (2013) registró temperatura entre 11 a 15°C.

Los resultados que se obtuvieron en los porcentajes de infestación inicial en abejas adultas variaron entre 6.32 a 9.54%. En el anexo 3 se puede apreciar la técnica para la toma de muestras de abejas en la evaluación de *V. destructor* y de esta manera determinar la infestación inicial.

En la tabla 4.1 se muestran los valores del porcentaje de nivel de infestación inicial, el cual no registra diferencias significativas entre los tratamientos, posiblemente se deba a que las colmenas están fuertes y muy pobladas, en estas condiciones es difícil detectar presencia de *V. destructor*, por este motivo se presentan infestaciones bajas. Sin embargo, a medida que la colonia pierde población, el ácaro se hace más visible y agresivo, y como consecuencia la infestación empieza a subir (Apicultura y Miel, 2019).

Estos registros en términos tanto numéricos como estadísticos indican que la investigación se efectuó en colmenas que presentaron niveles de infestación muy cercanos entre sí, lo cual indica que se puede evaluar con gran confiabilidad las aplicaciones de los tratamientos.

Los valores bajos de infestación inicial del presente estudio (alrededor del 6%) se aproximan al porcentaje más alto (5,3%) que reportan Crespo et al. (2011), 4%

anotado por Castillo (2014), 4,7% que informa Reyes (2016), 5.31% mencionado por Pomagualli (2017) y 6.5% registrado por Cualchi (2021).

Por otra parte, en el trabajo de Guerra y Rosero (2013) se registran valores iniciales de infestación entre 9.41 y 17.21%, el valor mínimo coincide con el promedio de infestación más alto que se muestran como resultado de este ensayo. Otro caso similar se dio en el trabajo de Moyón (2013) que inició su evaluación con porcentajes que fluctuaron entre 10.50 a 11.28%.

La dinámica poblacional de las plagas está asociada a las condiciones medio ambientales; en este sentido, Apicultura y Miel (2019) mencionan que para una mayor proliferación de varroa, esta necesita de calor para aumentar su población. En este contexto, el trabajo de Gómez y Rodríguez (2011) ejecutado bajo temperaturas de 25.9 a 28.1°C, con una máxima de 36.3°C, registraron valores de infestación inicial de 11.20 a 23.40%.

Tabla 4.1. Porcentaje de infestación inicial de *V. destructor* en *A. mellifera*

Tratamientos	Acaricidas	Infestación inicial (%)
T1	Amitraz	9.43
T2	Ácido fórmico al 60%	9.54
T3	Ácido oxálico tiras	6.59
T4	Ácido oxálico jarabe	6.32
p		0,43

4.2. ETAPA II: DETERMINACIÓN DE LOS ACARICIDAS MAS EFECTIVOS EN EL CONTROL DE *V. destructor*

La diferencia de los porcentajes de infestación inicial y final en abejas adultas fue la modalidad que se optó para el desarrollo de esta investigación. Este método descriptivo también ha sido empleado por los siguientes investigadores, Guerra y Rosero (2013), Moyón (2013), Reyes (2016), Balcázar (2016) entre otros, para determinar la efectividad de los productos.

El análisis de varianza para la variable infestación final resultó con diferencia estadística significativa. Los valores variaron entre 1.10 a 11.86%, el menor

porcentaje correspondió al tratamiento 1 que comprende la aplicación del amitraz, mientras que el mayor porcentaje se encontró en el tratamiento 2 que consiste en el uso de ácido fórmico al 60% (Tabla 4.2). En el anexo 10 se observa la técnica para la toma de muestra para determinar el porcentaje de infestación final.

Los acaricidas utilizados en cada tratamiento presentaron una reducción importante entre la diferencia de los porcentajes de infestación inicial y final, en la cual se registraron valores desde -2.32 a 8.33%, lo cual indica que los acaricidas utilizados presentaron un mayor o menor efecto sobre *V. destructor*. Los rangos alcanzados en el presente estudio difieren a lo reportado por Balcázar (2016) que presenta valores entre 7.17 y 12.83%; sin embargo, estos valores son ligeramente superior a los mencionados por Reyes (2016) que registró valores de 0.70 hasta 4.49% de diferencia entre los porcentajes de infestación inicial y final.

El tratamiento mediante amitraz (Anexo 5) pudo registrar una gran disminución en el porcentaje de infestación de *V. destructor*, ya que empezó con 9.43% de infestación inicial y bajó a 1.10% la infestación final. Esta disminución de infestación presenta una tendencia similar a lo descrito por Crespo et al. (2011) quienes reportaron una infestación inicial de 3.30% y una infestación final de 1.20%, a lo que presentaron Guerra y Rosero (2013), anotando una infestación inicial de 17.21 y 1.54% final, así mismo Cualchi (2021) presentó una infestación inicial de 6.20% logrando una disminución al 2.20%.

El ácido fórmico al 60% (Anexo 6), a diferencia de los demás tratamientos, fue el único que registró un aumento en la infestación de *V. destructor*, estableciendo una infestación inicial de 9.43% y culminando con una infestación de 11.86%. Estos resultados están por debajo de lo alcanzado por otros autores, entre ellos Moyón (2013) que partió con una infestación de 10,50% y la redujo al 0.53%.

El ácido oxálico en tiras (Anexo 7) por su parte registró una baja disminución en cuanto a la infestación del ácaro en las abejas, presentando una infestación inicial de 6.59% y una infestación final de 3.66%. Sin embargo, Cualchi (2021), presentó una disminución más considerable, estableciendo una infestación final de 0.5% partiendo de una infestación inicial de 6.5%.

El ácido oxálico en jarabe (Anexo 8) presentó una considerable disminución de la infestación de *V. destructor*, que a partir de una infestación inicial de 6.32%, logró una de 2.04%. Esta tendencia resultó muy similares a estudios reportados por Guerra y Rosero (2013), Reyes (2016), Pomagualli (2017), que con infestaciones iniciales de 11.37%, 4.23% y 5.31%, disminuyó la infestación final al 3.63%, 1.66% y 2.61%, respectivamente.

En la tabla 4.2, se observan diferencias significativas en lo relacionado a la efectividad relativa de los acaricidas, de esta manera el amitraz presentó la mayor efectividad con el 88.47% siendo diferente a los demás tratamientos, muy de cerca se encuentra el ácido oxálico en jarabe con 71.33%, por debajo de ellos se encuentra las tiras de ácido oxálico con el 39.18%, por lo que el menor valor se ve reflejado en el ácido fórmico al 60% el cual presentó un valor de -18.48% el cual significa que no tuvo eficacia en el control de *V. destructor*

La efectividad que presentaron los diferentes tipos de acaricidas sobre *V. destructor* mediante la diferencia de los porcentajes de infestación inicial y final en abejas, varían con lo que reportaron otros investigadores, los cuales registran tanto mayor como menor valores de efectividad, esto podría deberse a las condiciones climáticas que describen los autores, las diferentes dosis de aplicación y número de aplicaciones.

El tratamiento amitraz es un insecticida acaricida que actúa por contacto y logró obtener una efectividad de 88.47%, teniendo una similitud con Crespo et al. (2011) que alcanzó una efectividad del 89.2% y valores muy cercanos a los obtenidos por Guerra y Rosero (2013) que registraron 91.02% de efectividad, lo cual se pudo conseguir por la acción sistémica que presenta el amitraz. Sin embargo, Reyes (2016) y Cualchi (2021) lograron menor efectividad con 55.22 y 64.52%, respectivamente.

El ácido fórmico al 60% es un compuesto químico orgánico que actúa por evaporación, en el presente estudio no logró una eficacia en el control de *V. destructor*, que alcanzó un valor negativo de -18.48%. Este valor está muy por debajo de lo reportado por Moyón (2013) que utilizando el ácido fórmico al 85% con una dosis de 120 ml por colmena y con 2 aplicaciones registró una efectividad de 95.10%, mientras que, Calderón et al. (2013) con la aplicación de almohadillas

biodegradables con 68,2 g de ácido fórmico establecieron una efectividad de 94.7%. Probablemente, esta diferencia se debe a las concentraciones, dosis y número de aplicaciones en el manejo de la plaga.

El ácido oxálico es un compuesto químico orgánico que en tiras registró una baja efectividad en el control de *V. destructor*, llegando a establecer un 39.18%, lo cual se muestra muy por debajo de lo presentado por Cualchi (2021) que logró obtener una efectividad del 79.69%, esto posiblemente podría deberse a la diversa formulación y dosis que fueron aplicadas respecto al presente ensayo.

El tratamiento aplicado por ácido oxálico en jarabe logró establecer una efectividad del 71.33% el cual se encuentra por encima de lo reportado por Guerra y Rosero (2013), Reyes (2016) y Pomagualli (2017), quienes evaluando el mismo producto reportaron una efectividad del 67.99, 62.81 y 50.39%, respectivamente, mientras que Moyón (2013) logró una efectividad mayor de 84.43%.

Tabla 4.2. Porcentaje de infestación inicial y final de *V. destructor* en *A. mellifera* y efectividad de los acaricidas.

Tratamientos	Acaricidas	Infestación inicial (%)	Infestación final (%)	Reducción (%)	Efectividad relativa (%)
T1	Amitraz	9.43	1.10 a	8.33	88.47 a
T2	Ácido fórmico al 60%	9.54	11.86 b	-2.32	-18.48 c
T3	Ácido oxálico tiras	6.59	3.66 ab	2.93	39.18 b
T4	Ácido oxálico jarabe	6.32	2.04 b	4.28	71.33 ab
p		0,4317	0,0182		0,0001

4.3. ESTIMACIÓN DE COSTOS DE LOS TRATAMIENTOS

Los costos fueron estimados en función a la inversión por aplicación de cada tratamiento más el costo utilizado por mano de obra y transporte, cabe recalcar que estos valores se encuentran divididos para las cuatro colmenas utilizadas por cada tratamiento.

En la tabla 4.3 podemos observar, que el mayor costo/colmena tratada fue para el amitraz con un valor de \$3.35, distribuido de la siguiente manera: costo de la aplicación del tratamiento \$0.85, transporte \$1.25 y mano de obra \$1.25. Seguido

por el ácido fórmico al 60%, con un costo de \$3.30, en los siguientes rubros: aplicación del tratamiento, transporte y mano de obra, con valores de \$0.80, \$1.25 y \$1.25, respectivamente. A continuación, está el ácido oxálico que en tiras registró un costo de \$3.25, en las siguientes actividades: aplicación del tratamiento \$0.75, transporte \$1.25 y mano de obra \$1.25. Por último, está el ácido oxálico en jarabe con un valor de \$3.20 resultando ser el más económico. Cabe indicar que todos los tratamientos tuvieron una sola aplicación.

Los costos estimados de los tratamientos aplicados en el presente estudio se aproximan a lo reportado por Guerra y Rosero (2013) quienes presentaron un costo por colmena de amitraz de \$3.01, mientras que en ácido oxálico presentan un menor costo de \$2.44, este valor puede variar respecto al costo del ácido oxálico y demás materiales. Por otra parte, Moyón (2013) presenta mayores costos en el ácido oxálico con un valor de \$13.20 y en ácido fórmico se registra \$8.20, estos valores podrían estar asociados a un mayor valor en el transporte y mano de obra.

Tabla 4.3. Costos/colmena de los tratamientos para el control de V. destructor

Concepto	Tratamientos			
	Amitraz	Ácido fórmico 60%	Ácido oxálico jarabe	Ácido oxálico tiras
Aplicación tratamiento	\$ 3.35	\$ 3.30	\$ 3.20	\$ 3.25
Total de costos	\$ 3.35	\$ 3.30	\$ 3.20	\$ 3.25

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- Se estableció una infestación inicial de *V. destructor* que fluctuó entre 6.35 y 9.54% y una final que osciló en 1.10 a 11.86%.
- Se determinó que el acaricida con mayor efectividad para control de *V. destructor* fue el amitraz y el ácido oxálico en jarabe con el 88.47 y 71.33% respectivamente.
- El costo/colmena para el control de *V. destructor* es menor al utilizar el ácido oxálico en jarabe con un valor de \$3,20 por cada colmena tratada, mientras que el tratamiento de mayor costo fue registrado en el amitraz con \$3,35.

5.2. RECOMENDACIONES

- Usar de forma controlada el acaricida amitraz que mostró una mayor eficacia contra *V. destructor*.
- Realizar investigaciones con el ácido oxálico en jarabe, que presento resultados promisorios en el presente estudio, considerando las dosis y numero de aplicaciones.
- Mantener poblaciones altas de abejas en la colmena con la finalidad de reducir la proliferación de *V. destructor*.

BIBLIOGRAFÍA

- AGROCALIDAD (Agencia de Regulación y Control Fito y Zoonosanitario). (2014). Enfermedades de las abejas. <https://www.agrocalidad.gob.ec/wp-content/uploads/2020/05/api3.pdf>
- AGROCALIDAD (Agencia de Regulación y Control Fito y Zoonosanitario). (2016). Programa nacional sanitario apícola. <http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/ecu166394anx.pdf>
- Apicultura y miel. (2019). ¿Qué es la varroa? Todo lo que tienes que saber sobre la varroa de las abejas. <https://apiculturaymiel.com/apicultura/que-es-la-varroa-todo-que-tienes-que-saber-sobre-varroa-de-abejas/>
- Armijos, S. (2021). La producción de miel de abeja en Ecuador atrae a más participantes. <https://www.vistazo.com/enfoque/la-produccion-de-miel-de-abeja-en-ecuador-atrae-mas-participantes-NGVI223806>
- Balcázar, M. (2016). Elaboración de un acaricida natural a base de aceite esencial de ruda (*Ruta graveolens*) para el control de varroasis (*Varroa jacobsoni oudemans*) en abejas (*Apis mellifera*) y su incidencia en la producción de miel en el barrio landangui de la parroquia Malacatos del cantón Loja [tesis de pregrado, Universidad Nacional de Loja]. <https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/17082/1/TESIS%20MAXIMO%20BALCAZAR.pdf>
- Bonifaz, L. (2021). Apicultura. http://instipp.edu.ec/instipp/assets/pdf/guias/manuel/s3_apicultura.pdf
- Calderón, A., Ramírez, M., Ramírez, F y Villalobos, E. (2013). Efectividad del ácido fórmico y el timol en el control del ácaro *Varroa destructor* en colmenas de abejas africanizadas. Revista de Agronomía Costarricense, 38(1), 180. ISSN:0377-9424. https://www.mag.go.cr/rev_agr/v38n01_175.pdf
- Castillo, J. (2014). Evaluación de la eficacia de las tinturas de guachipilín (*Diphysa robinoides*) al 20% y ruda (*Ruta chalepensis*) al 10% como tratamientos alternativos de origen natural para el control de varroasis (*Varroa destructor*) EN ABEJAS (*Apis mellifera*) [tesis de pregrado, Universidad de San Carlos de Guatemala]. <http://www.repositorio.usac.edu.gt/1816/1/Tesis%20Med%20Vet%20Jose%20Castillo.pdf>
- Crespo, R., Crespo, L., Viader, S y Guardia, A. (2011). Ensayo a campo de la eficacia de acaricidas comerciales para el control de *Varroa destructor*

- (Acari: varroidae). Revista de Investigaciones Agropecuarias, 37(3), 228. ISSN 0325-8718. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=86421245006>
- Escudero, M. (2019). Varroa-métodos y tratamientos para combatirla. <https://marianoescudero.com/varroa-metodos-y-tratamientos-para-combatirla/>
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). (2015). Varroa (Varroosis). <https://www.fao.org/teca/pt/technologies/8694>
- Gómez, M y Rodríguez, B. (2011). Evaluación del uso de diferentes concentraciones de acaricida comercial en el control de varroa (*Varroa destructor*), en apiario infestado [tesis de pregrado, Universidad de El Salvador]. <https://ri.ues.edu.sv/id/eprint/7141/1/50107606.pdf>
- Gualchi, A. (2021). Comparación entre ácido oxálico y amitraz para el tratamiento contra varroosis en abejas *Apis mellifera* [tesis de pregrado, Universidad Agraria del Ecuador]. <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/CUALCHI%20ROMERO%20ADRIANA%20STEPHANY.pdf>
- Guerra, A. y Rosero, H. (2013). Evaluación de cinco tratamientos para el control del ácaro *Varroa destructor* en abejas *Apis mellifera* [tesis de pregrado, Universidad Central del Ecuador]. <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/3129/1/T-UCE-0014-39.pdf>
- INIFAP (Instituto Nacional de Investigaciones forestales, agrícolas y pecuarias). (2011). Prevención de Varroosis y Suplementación. https://redgatro.fmvz.unam.mx/assets/manual_varroosis.pdf
- Maldonado, A., Tenorio, L., Vásquez, Y., Villalobos, M., Velázquez, V., Ortega, C. y Valladares, B. (2017). *Varroosis: enfoque ambiental y económico*. Revista electrónica de Veterinaria, 1.
- MAPA (Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación). (2019). *Guía técnica para la lucha y control de la varroosis y uso responsable de medicamentos veterinarios contra la varroa*. https://www.mapa.gob.es/es/ganaderia/temas/sanidad-animal-higiene-ganadera/guiavarroafinalveterinarios_tcm30-421799.pdf
- Ministerio de Sanidad, Política Social e Igualdad. (2014). Ficha técnica o resumen de las características del producto. <https://botplusweb.portalfarma.com/documentos/2017/3/9/111556.pdf>
- MGAP (Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca). (2021). Sector apícola: situación y perspectivas. <https://www.gub.uy/ministerio-ganaderia->

agricultura-pesca/comunicacion/publicaciones/anuario-opypa-2021/analisis-sectorial-cadenas-productivas/sector-apicola#_ftn3

- Moyón, J. (2013). Evaluación de tres alternativas para el control de varroasis *Varroa destructor* en tres apiarios de la provincia de Chimborazo [tesis de pregrado, Escuela Superior Politécnica De Chimborazo]. <https://core.ac.uk/download/pdf/234590046.pdf>
- PDOT (Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial). (2015). http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL_SNI/data_sigad_plus/sigadplusdiagnostico/1360053160001_Diagnostico%20pdf%20GAD%20CHARAPOTO_06-10-2015_21-25-46.pdf
- Pino, M., Nadworny, J., Mason, A. y Dolkart, E. (2015). Plagas y depredadores-Los enemigos. <http://food4farmers.org/es/2015/02/25/plagas-y-depredadores-los-enemigos/>
- Pomagualli, C. (2017). Acaricidas sintéticos y naturales para el control de *Varroa destructor* en colmenas *Apis mellifera* [tesis de pregrado, Escuela Superior Politécnica De Chimborazo]. <http://dspace.esoch.edu.ec/bitstream/123456789/8140/1/17T1507.pdf>
- Quesada, A. (2020). Tiras de cartón para ac. oxálico. <https://apigranca.es/tiras-de-carton-para-ac-oxalico#:~:text=El%20Aluen%20CAP%20%C2%AE%20es,de%20la%20plaga%20de%20varroa.>
- Reyes, F. (2016). Efectividad de cuatro acaricidas en el control del ácaro *Varroa destructor* en abejas *Apis mellifera* [tesis de posgrado, Universidad Nacional Agraria La Molina]. <https://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/2755/L72-R4-T.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- SENASA (Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria). (2017). Las enfermedades de las abejas y su impacto económico en la apicultura. https://repositorio.senasa.gob.pe:8443/bitstream/SENASA/110/1/2017_SENASA_Enfermedades-abejas-impacto-economico.pdf
- Underwood, R. (2019). Métodos para el control de *Varroa destructor*: un enfoque de manejo integrado de plagas. <https://extension.psu.edu/metodos-para-el-control-de-varroa-destructor-un-enfoque-de-manejo-integrado-de-plagas>
- Valega, O. (2001). Selección y Manejo de Abejas Africanizadas. <https://www.veterinariargentina.com/revista/2011/02/seleccion-y-manejo-de-abejas-africanizadas/>

ANEXOS

Anexo 1. Certificado del apiario mi reina emitido por AGROCALIDAD

AGENCIA DE REGULACIÓN Y CONTROL FITO Y ZOOSANITARIO

CERTIFICADO ZOOSANITARIO DE PRODUCCIÓN Y MOVILIDAD – EXPLOTACIONES APÍCOLAS

DATOS DE OPERADOR:							
Razón Social: ALCIVAR MURILLO RUBEN MELQUIADES							
RUC: 1305331066							
Representante Legal: RUBEN MELQUIADES ALCIVAR MURILLO							
Provincia: Manabí		Cantón: Sucre			Parroquia: Charapotó		
ACTIVIDADES AUTORIZADAS							
INSTALACIONES:		Productor apícola					
SANIDAD ANIMAL							
1. MANABÍ							
APIARIO MI REINA							
Dirección: COMUNIDAD EL JUNCO							
Provincia: Manabí		Cantón: Sucre			Parroquia: Charapotó		
Teléfono: (00) 000-0000							
Operaciones:							
	Nombre operación	Estado	Código área	Número colmenares	Número colmenas	Válido desde	Válido hasta
1	Productor apícola	Registrado	1305331066.13026502	20	20	11/11/2020	11/11/2021
Número de colmenares registrados:		20			Total de colmenas:		20

Lugar y Fecha de Emisión: Sucre, 11 de noviembre de 2020



Genito Oliva Vélez Giler

DIRECTORES DISTRITALES TIPO B



La Agencia de Regulación y Control Fito y Zoonosanitario, emite el presente documento en atribución al Art: 19 de la Ley Orgánica de Sanidad Agropecuaria.

Dirección: Av. Eloy Alfaro N30-350 y Av. Amazonas
 Código postal: 170518 / Quito - Ecuador
 Teléfono: 593-2 382 8860
 www.agrocalidad.gob.ec



Anexo 2. Registro floral



Registro Floral - 2021 - 2022

Provincia	Cantón	Parroquia	Comuna	Especie melífera			Recurso ofertado por la especie		
				Genero	Especie	Nombre común	Néctar	Polen	Néctar y polen
Manabí	Sucre	Charapotó	El Junco	<i>Ceratonia</i>	<i>Ceratonia siliqua</i>	Algarrobo			x
				<i>Laurus</i>	<i>Laurus nobilis</i>	Laurel			x
				<i>Erythrina</i>	<i>E. cristagalli</i>	Ceibo			x
				<i>Ehretia</i>	<i>Ehretia tinifolia</i>	Frutillo			x
				<i>Zea</i>	<i>Zea mays</i>	Maíz		x	
				<i>Passiflora</i>	<i>Passiflora edulis</i>	Maracuyá		x	

Anexo 3. Toma de muestras de abejas para evaluación de *V. destructor*



Anexo 4. Evaluación de *V. destructor* para determinar porcentaje de infestación inicial



Anexo 5. Preparación y aplicación del amitraz



Anexo 6. Aplicación del ácido fórmico al 60%



Anexo 7. Aplicación del ácido oxálico en tiras



Anexo 8. Aplicación del ácido oxálico en jarabe



Anexo 9. Toma de muestras de abejas para determinar porcentaje de infestación final



Anexo 10. Evaluación de *V. destructor* para determinar porcentaje de infestación final

