



Universidad Estatal Península de Santa Elena

Facultad de Ciencias Agrarias

Carrera Ingeniería Agropecuaria

ALTERNATIVAS DE CONTROL DEL ÁCARO (*Varroa spp*) EN LOS PANALES DE ABEJAS EN LA PROVINCIA DE SANTA ELENA

TRABAJO DE TITULACIÓN

Previo a la obtención del título de:

INGENIERO AGROPECUARIO

Autor: Soledispa Yépez José Ney

La Libertad, 2018



Universidad Estatal Península de Santa Elena

Facultad de Ciencias Agrarias

Carrera Ingeniería Agropecuaria

ALTERNATIVAS DE CONTROL DEL ÁCARO (*Varroa spp*) EN LOS PANALES DE ABEJAS EN LA PROVINCIA DE SANTANELENA

TRABAJO DE TITULACIÓN

Previo a la obtención del Título de:

INGENIERO AGROPECUARIO

Autor: José Ney Soledispa Yépez

Tutor: Ing. Kleber Bajaña Alvarado MSc

La Libertad, 2018

TRIBUNAL DE GRADO

Ing. Lenni Ramírez Flores, Mg.
**DECANA (E) DE LA FACULTAD
DE CIENCIAS AGRARIAS**

Ing. Juan Valladolid Ontaneda, MSc.
**DELEGADO DE LA DIRECTORA
DE CARRERA**

Ing. Clotilde Andrade Varela, MSc.
PROFESOR DEL ÁREA

Ing. Kleber Bajaña Alvarado, MSc.
PROFESOR TUTOR

Abg. Brenda Reyes Tomalá, MSc.
SECRETARIA GENERAL

AGRADECIMIENTOS

Al cumplir una de las etapas más importantes de mi vida académica expreso mis sinceros agradecimiento en primer lugar a Dios, ya que él me ha iluminado el camino de la sabiduría para alcanzar, con esfuerzo y dedicación este título, en la muy noble Universidad Estatal Península de Santa Elena y a la Facultad de Ciencias Agrarias y Escuela de Ingeniería Agropecuaria, quienes con sus docentes supieron guiarme con sus conocimientos para sembrar en mi la responsabilidad y compromiso de servir a la comunidad.

A mi querida esposa y a mis hijos que cada día me han acompañado a culminar este trabajo de titulación.

Al Ing. Kleber Bajaña, tutor y asesor de la investigación por la orientación y asesoría investigativa, conduciéndome de esta manera hasta el logro de mi meta, adquiriendo de esta forma la capacidad suficiente para enfrentar con soluciones los problemas que atraviesa la apicultura de nuestro país.

A la Institución del estado Agrocalidad por contribuir a la presente investigación apícola.

A todos mis amigos y compañeros en especial al Ing., Kennedy Tómalá Orrala que en cada jornada de trabajo universitario supieron brindar su respaldo absoluto en todo momento.

José N. Soledispa Yépez.

DEDICATORIA

A Dios, por haberme permitido llegar a este momento tan importante de mi vida profesional.

A mis padres Sr. Eleodoro Soledispa Piza y a mi madre que hoy ya no está con nosotros Sra. Lelis Yépez Holguín.

A mis hijos, José, Daniel, Nicolás, Paul, quienes se sacrificaron y siempre comprendieron la importancia de una preparación profesional.

José N. Soledispa Yépez.

RESUMEN

En la provincia de Santa Elena, la actividad apícola, está en aumento por las condiciones de los remanentes boscosos provenientes especialmente de la cordillera Chongón Colonche. Las abejas (*Apis mellifera* L), son afectadas por distintos agentes patógenos como virus, bacterias, hongos y ácaros, la mayoría de ellos, ocasiona daños considerables en la apicultura mundial; pero son los ácaros (*Varroa spp*), los que causan el mayor perjuicio, debido a que parasitan tanto a la cría, como a las abejas adultas. Por esta razón, se propuso como objetivo principal; determinar alternativas de control para el ácaro y mejorar la producción apícola en la península de Santa Elena. Para el control de la varroa, se utilizaron dos productos ecológicos; los cuales fueron aplicados con un intervalo de 7 días, en cuatro aplicaciones, en dosis de 5, 10 y 15 gramos para Timol y las mismas dosis, pero en mililitros para Ácido Oxálico. Los resultados demostraron que, las aplicaciones del Ácido Oxálico en jarabe redujeron la población de *Varroa* en un 5,95% y aumentó la de abejas en 12,94%, mientras que el Timol redujo un 15,11% el ácaro y aumento la población de abejas en un 27,17%, siendo este último el más eficiente y lo ratifica el análisis costo-beneficio; ya que por cada dólar invertido se obtiene \$14,13 por colmena anualmente. Cabe destacar que, con el Timol, también hubo pérdidas de abejas, pero con menos porcentaje de afectación y los costos de la aplicación son bajos y se tornan rentables para el apicultor.

ABSTRACT

In the province of Santa Elena, the beekeeping activity is increasing due to the conditions of the forest remnants coming especially from the Chongón Colonche mountain range. The bees (*Apis mellifera* L), are affected by different pathogens such as viruses, bacteria, fungi and mites, most of them, cause considerable damage in the world beekeeping; but it is mites (*Varroa spp*), which cause the greatest damage, because they parasitize both the young and the adult bees. For this reason, it was proposed as the main objective; determine control alternatives for the mite and improve apiculture production in the Santa Elena peninsula. For the control of *varroa spp*, two ecological products were used; which were applied with an interval of 7 days, in four applications, in doses of 5, 10 and 15 grams for Thymol and the same doses, but in milliliters for Oxalic Acid. The results showed that the applications of oxalic acid in syrup reduced the population of *varroa spp* by 5,95% and increased the bees by 12, 94%, while the Thymol reduced the mite by 15,11% and the population increased of bees in 27,17%, the latter being the most efficient and ratified by the cost-benefit analysis; since for every dollar invested you get \$ 14,13 per hive annually. It should be noted that with the Thymol, there were also bee losses, but with less percentage of affectation and the costs of the application are low and they become profitable for the beekeeper.

El contenido del presente Trabajo de graduación es de mi responsabilidad; el patrimonio intelectual del mismo pertenece a la Universidad Estatal Península de Santa Elena

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO 1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	4
1.1.- Descripción de la Varroasis	4
1.2.- Taxonomía de la Varroa spp.....	5
1.3.- Morfología de la Varroa	5
1.4.- Ciclo de vida de la Varroa	6
1.4.1.- Fase forética	6
1.4.2.- Fase reproductiva	7
1.5.- Formas de parasitación	8
1.5.1.- La Varroa spp sobre las larvas de las abejas	8
1.5.2.- El ácaro Varroa spp sobre los insectos perfectos zánganos y obreras	10
1.6.- Transmisión de Varroa de una colonia a otra	11
1.6.1.- Transmisión de forma natural	12
1.6.2.- Transmisión artificial.	12
1.6.3.- Transmisión por parte del apicultor	13
1.7.- Condiciones favorables y desfavorables para la Varroa	13
1.8.- La Varroa y sus síntomas la en la colonia de abejas	13
1.9.- Diagnóstico en crías	14
1.9.1.- Diagnostico en las abejas	15
1.9.2.- Importancia de un diagnóstico precóz.....	16
1.10.- Tratamientos y control de la Varroa spp.....	16
10.1.- El ácido oxálico	17
10.1.1.- Obtención.....	18
10.1.2.- Propiedades	18
10.1.3.- Toxicología del ácido oxálico	18
10.1.4.- Acción acaricida.....	18
10.1.5.- Factores a considerar en la aplicación el ácido oxálico	19
10.1.6.- Preparación del jarabe con ácido oxálico	20
10.1.7.- Aplicación del jarabe con ácido oxálico en las colonias	20
10.2.- El Timol.....	21
10.2.1.- Timol y su uso.....	21
10.2.2.- Dosis, formas y frecuencia de aplicación.....	22
10.2.3.- Modo de acción.....	23
10.2.4.- Residuos de timol en la miel	23
10.2.5.- Efectos secundarios	24
CAPÍTULO 2. MATERIALES Y MÉTODOS	25

2.1.- Caracterización del área de estudio	25
2.2.- Ubicación geográfica del ensayo	25
2.3.- Materiales y equipos.....	25
2.3.1.- Material apícola.....	25
2.3.2.- Material biológico	26
2.3.3.- Productos acaricidas.....	26
2.3.4.- Equipos	26
2.4.- Metodología.....	26
2.4.1.- Diseño experimental	27
2.4.2.- Manejo del experimento.....	28
2.4.3.- Aplicaciones de los productos para control de Varroa spp.	28
2.4.4.- Toma de datos	29
2.4.5.- Variables a evaluarse	30
CAPÍTULO 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	32
3.1.- Población de Varroa spp.....	32
3.2.- Poblacional de las abejas.....	33
3.3.- Análisis económico de los tratamientos	34
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	40
Conclusiones.....	40
Recomendaciones	40
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICA	
ANEXOS	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Grados de libertad del experimento.	27
Tabla 2. Descripción de los tratamientos	27
Tabla 3. Delineamiento experimental.	28
Tabla 4. Análisis de la varianza ANDEVA de la variable población <i>Varroa</i>	32
Tabla 5. Medias de la población de <i>Varroa</i> con respecto a las dosis.	32
Tabla 6. Análisis de la varianza ANDEVA de la variable población de abejas.....	33
Tabla 7. Medias de la población de abejas con respecto a los acaricidas.	33
Tabla 8. Costo del tratamiento(T1) timol.....	35
Tabla 9. Determinación Costo-beneficio del tratamiento (T1) Timol.....	35
Tabla 10. Costo del tratamiento (T2) ácido oxálico.....	36
Tabla 11. Determinación Costo-beneficio del tratamiento (T2) ácido oxálico.....	37

ÍNDICE DE FIGURAS

Figuras 1. Dosis y fortalezas de las colmenas.....	34
---	----

ÍNDICE DE ANEXOS

Tabla 1A. Tratamientos y dosis de la variable población del ácaro.
Tabla 2A. Análisis de varianza ANDEVA de población del ácaro.
Tabla 3A. Diferencias mínimas significativas de población del ácaro <i>Varroa spp.</i>
Tabla 4A. Diferencias mínimas significativas dosis.
Tabla 5A. Diferencias mínimas significativas dosis por tratamientos.
Tabla 6A. Tratamientos y dosis de la variable población de abejas.
Tabla 7A. Análisis de la varianza ANDEVA de población de abejas.
Tabla A8. Diferencias mínimas significativas de población de abejas.
Figura 1A. Aplicación del ácido oxálico en colmenas.
Figura 2A. Aplicación del acaricida timol en las colmenas.
Figura 3A. Toma de muestras para análisis.
Figura 4A. Observación de los efectos de los acaricidas.
Figura 5A. Análisis de la <i>Varroa spp</i> en laboratorio.
Figura 6A. Peso de las colmenas para el cálculo de población de abejas.

INTRODUCCIÓN

La *Varroa spp* es un acaro que succiona la hemolinfa de las abejas ocasionando una de las enfermedades más importantes de la apicultura a nivel mundial llamada varroosis, que compromete a las colmenas afectando seriamente a la producción de miel. Económicamente se convirtió en una preocupación en Japon y China en los años de 1950 a 1960, en Europa en los años 1960 a 1970 y en Israel y Norte América en 1980, en Cuba fue establecido en 1996 convirtiéndose en uno de los peores problemas de la apicultura del país con pérdidas millonarias (Pino, O., *et al.*, (2011).

El Ecuador tiene como reto producir miel de forma competitiva ya que está inmerso en la producción apícola a atreves de las colmenas, realizando cambios básicos pero históricos en la apicultura moderna (Borbor Tuárez, V. M., 2015).

La apicultura no solo cumple con las propiedades de producir miel, polen, cera, jalea real y propóleos, además de estos alimentos que nos brinda, las abejas cumplen un rol muy importante dentro de la agricultura en muchas plantas cultivadas y silvestres que son polinizadas por las abejas, y por otros insectos (FAO., 2005).

Las abejas (*Apis mellifera* L) son afectados por distintos agentes patógenos como virus, bacterias, hongos y ácaros. Se han descrito más de 35 enfermedades asociadas a esta especie de abejas, la mayoría ocasiona daños considerables en la apicultura mundial. Uno de los daños y perjuicios de mayor importancia económica es la *Varroosis*, causada por el acaro *Varroa spp*, el cual parasita tanto a la cría, como a las abejas adultas, causando mucho daño (Garrido Bailón, M. E., 2012).

Los factores que provocan que *Varroa spp* se propague en las celdas, se cree que están influenciado por componentes químicos de naturaleza hormonal propia de las larvas, que incide en la llegada del acaro al interior de la celda el mismo que puede desarrollarse y reproducirse a partir de la hemolinfa de las abejas quien es su hospedero final, presenta sintomatologías que van desde la perdida de patas y las alas hasta parálisis crónica, que afecta al hospedero (Ácaro, *Apis*) y sin número de

bacterias, virus y parásitos, afectando todas las fases de desarrollo de las abejas (Eguaras y Ruffi., 2008).

El ácaro se ha expandido debido a las dificultades que presenta erradicarlas, a la mala manipulación de las abejas, a la rápida reproducción y diseminación de hasta de 100 veces por año (Frey *et al.*, 2013)

El desequilibrio a favor de *Varroa* obedece en principio a la falta de conocimiento de mecanismos que faciliten su persistencia y condiciones sanitarias por parte de los apicultores en relación al manejo de sus colonias y a la ausencia de tratamientos adecuados para su control y que no alteren el metabolismo de *Apis mellifera* (De la Rúa *et al.*, 2009).

Desde la década de los 80 y hasta la presente fecha, el control de la *Varroasis* realizado involucra el uso de antiparasitarios de síntesis, fundamentalmente piretroides (*flumetrina*, *fluvalinato* y *acrinatina*), productos que han mostrado una gran eficacia como acaricidas a nivel mundial. Sin embargo, su utilización se ve imposibilitada ya que no se expenden en nuestro país, dificultando su utilización, por lo tanto, el objetivo de esta investigación es tener otras alternativas para controlar el acaro o por lo menos tener un control de los daños causados y que a su vez los apicultores de la provincia de Santa Elena, tengan conocimiento básico del acaro, y su perjuicio y como combatirlo.

Problema Científico:

La presencia de *varrasis spp* en la apicultura disminuye la producción de miel por colmena.

Objetivo General:

Determinar alternativas de control para el ácaro *Varroa spp* con fines de mejoramiento para la producción apícola en la provincia de Santa Elena.

Objetivos Específicos:

- Evaluar la eficacia del (timol y ácido oxálico) en el control de la *Varroasis spp.*
- Evaluar el incremento poblacional de las abejas en base a la aplicación de los tratamientos.
- Realizar el análisis económico de los tratamientos.

Hipótesis:

Las aplicaciones de ácidos oxálico y timol disminuyen la población del acaro *Varroa spp* en las colmenas, y aumenta la población de abejas.

CAPÍTULO 1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1.1.- Descripción de la Varroasis

Originalmente este ácaro parasitaba a *Apis cerana Fab.*, donde no causaba daños graves, sin embargo, con el reciente establecimiento de *Varroa spp* sobre *Apis mellifera.*, se ha transformado en uno de los principales problemas para la apicultura a nivel mundial. (Vandame., 2000).

Declarada como una parasitosis obligatoria, la cual es producida por un ácaro llamado *Varroa*, la misma que se presenta de manera específica en las abejas y en todas sus fases de desarrollo. Las hembras y los machos presentan cada uno su forma característica sexual y forma de vida, siendo las hembras de formas circulares, presentan su caparazón no segmentados y de color castaño con una manifestación masiva o muy elevada de pelos. Poseen un aparato bucal fuerte, mediante los quelíceros además de perforar la quitina del esqueleto de las abejas, tienen la capacidad de asegurar su fijación en cualquier parte del cuerpo de la abeja hospedero, cuyas medidas aproximadas son de 1,2 mm de largo y 1,5 mm de ancho, siendo los machos más pequeños que las hembras los cuales miden de 0,4 a 0,8 mm con un color amarillento, que se puede confundir con el estado inmaduros de las hembras (Garrido Bailón, M. E., 2012).

En el interior de la colmena, la temperatura y la humedad, acondicionan la existencia de la *Varroa*, así en ausencia del hospedero (sin alimentarse), suelen vivir unos siete días (a 65 – 70% HR y con 13 – 25°C), aunque puede ser menor a 24 horas como también puede ampliarse hasta nueve días siempre en cuando varíen estas condiciones. En verano, cuando el acaro se fija en el hospedero su periodo vital es de dos a tres meses, aumentado su existencia de cuatro a seis meses en invierno, siendo los meses de julio y octubre donde existe la muerte de un elevado número de parásitos. El acaro *Varroa spp*, coadyuva a debilitar el sistema inmunológico de las abejas beneficiando a las apariciones e invasiones víricas convirtiéndose en un vector transmisor entre otros, el virus de la parálisis aguda (Polaino, C., 2006).

1.2.- Taxonomía de la *Varroa* spp.

Clasificación:

Reino:	Animalia.
Phylum:	Artrópoda.
Sub Phylum:	Chelicerata
Clase:	Arácnida.
Orden:	Acarina.
Familia:	Varroidae.
Género:	Varroa.
Especie:	spp.

Nombres comunes: *Varroa*, *Varroasis*, Acaro asiático, garrapatas de las abejas *Apis mellifera*. (Conasa., 2002).

1.3.- Morfología de la *Varroa*

Los ácaros en su estado larvario son hexápodos, no poseen mandíbulas ni antenas y cuando son adultas presentan cuatro pares de patas.

El verdadero parásito de las abejas son los cuerpos de las hembras *Varroa*, cuyo organismo está formado para cumplir la parasitosis, su forma esférica cuya parte dorsal curva y compuesta por ocho patas que terminan dando forma una ventosa. Son de 1,5 mm de ancho y 1,1mm de largo y las variaciones de tamaños están determinados de acuerdo a las zonas geográficas donde se encuentren. En general, las medias de tamaños de este parásito están dadas en 1,7 mm de ancho por 1,0 mm de largo, pudiendo ser de colores rojizo a café intenso muy variables, de consistencia muy resistente. La parte abdominal es compleja el cual presenta los órganos bucales, respiratorios, excretores y reproductores. Sus patas relativamente muy cortas encorvadas y aplanadas son la representación del aparato locomotor de la *Varroa*. En la parte exterior del aparato bucal del ácaro presenta quelíceros, los cuales son

utilizados para taladrar la quitina de las abejas cuyas pequeñas excrecencias le permiten a la *Varroa* un mejor confort de fijación en el cuerpo de las abejas.

La hembra de la *Varroa spp*, tiene un idiosoma aplanado, en forma de elipse con una coloración entre rojiza y marrón. Las placas dorsales y ventrales altamente esclerotizada (escleritos) están unidos mediante membranas delgadas y flexibles que le permiten a la hembra dilatarse durante la alimentación y la formación del huevo. En la parte ventral se observan parte de los aparatos bucales, respiratorio, excretor y reproductor.

El ácaro macho tiene cuerpo en forma de pera, mide entre 0,75 a 0,91 mm de largo y entre 0,70 a 0,88 mm de ancho, muy lo contrario a las hembras, su condición no le permite pertenecer al parasitismo, ya que es deficiente para alimentarse debido a su aparato bucal, que gracias a sus quelíceros que únicamente los utiliza para el traspaso de espermias desde su orificio sexual al de las hembras, por lo que finaliza su existencia después de aparearse.

Su color varía entre amarillo claro y blanco, poco esclerotizado. La esclerotización está marcada en sus patas y de su escudo dorsal. Se puede decir que se asemeja al estado inmaduro y posee un claro dimorfismo sexual (Fernández y Coineau., 2002).

1.4.- Ciclo de vida de la *Varroa*

El ciclo de vida de la *Varroa* tiene dos fases muy importantes que acontece dentro de las colmenas y son fase forética (encima de las abejas adultas) y fase reproductiva (en el interior de las celdas de crías operculadas) (INIFAP., 2011).

1.4.1.- Fase forética

El mismo autor manifiesta que los ácaros están sobre las abejas adultas, se alimentan de la hemolinfa (sangre) de las abejas, por lo general de la membrana Inter segmentaria en el abdomen. La etapa forética dura alrededor de 5 a 11 días hasta que

se introduce en la celdilla de una larva preferiblemente de zángano. Los ácaros se ven obligados a permanecer en estado forética si no hay cría, y esto puede durar de 5 a 6 meses en clima frío. Los ácaros cambian de hospedero saltando de uno a otro a menudo y esto contribuye a la transmisión de varios virus, infectando a todas las abejas que parasitan durante la alimentación. Los ácaros experimentan una mayor mortalidad durante la etapa forética, y caen al fondo de la colmena. El total de estos ácaros caídos son el 20 % de la población. La etapa forética es importante para los ácaros para extenderse a otras colonias, durante el pecoreo o por el pillaje de colonias más débiles.

1.4.2.- Fase reproductiva

También manifiesta que esto se produce solo en las celdas de crías de obreras y zánganos. Los ácaros hembras adultos se acoplan a la abeja cuando emergen de la celdilla. El acaro *Varroa* invade una célula hospedero justo antes de que la celdilla sea operculada. Una vez dentro, se oculta en el alimento larval en una posición boca abajo (visto desde la parte superior de la celda). Los ácaros tienen apéndices especiales llamados peritrimas (esencialmente como tubo de buceo) que le ayudan a respirar cuando están introducidos en el alimento larval. Poco después la larva en el interior construirá un capullo y, a continuación, se convertirá en pre pupa. El ácaro no se alimentará hasta unas cinco horas después de que la larva termine su capullo y pone el primer huevo 70 horas después del operculado de la celda. El primer huevo no está fertilizado, y se convierte en un macho.

El acaro hembra pone un huevo aproximadamente cada 30 horas. Si el acaro madre no está fertilizada correctamente, sus descendientes serán solo machos cuando emergen hasta un total de cinco, en obreras o seis en zánganos. Las larvas de obreras emergen once días, después de la operculación, y las de los zánganos a los catorce días, la maduración de las hembras ocurre a los seis días, en donde la mayoría de estos huevos no completan el tiempo para desarrollarse y convertirse en adultos, los machos y las hembras que no sean desarrollado completamente, todos mueren poco

después debido a la deshidratación después de haber abierto una celdilla (Samataro *et al.*, 2000).

1.5.- Formas de parasitación

Las colonias de abejas *Apis mellifera* son infestadas por los ácaros causando directamente el parasitismo e indirectamente situaciones patógenas virales y microbianas, los cuales ingresan al organismo de las abejas del cual el ácaro actúa como vector (Álvarez López, A. E., 2016).

1.5.1.- La *Varroa spp* sobre las larvas de las abejas

Los ácaros están sobre las abejas adultas o zánganos, se alimenta de la hemolinfa (sangre) de las abejas, por lo general de la membrana inter-segmentaria en el abdomen. Los ácaros poseen una preferencia por parasitar las celdas de los zánganos, es tal la notoriedad que, en épocas de producción de éstos, la infestación de las celdillas de las obreras es muy baja alcanzando a llegar a un tres por ciento, mientras que la infestación de los zánganos llega a un setenta inclusive alcanzando la máxima expresión a un cien por ciento. El motivo y razón de esta preferencia es que las celdillas de los zánganos son más amplias que las celdillas de las obreras, por lo que la postura, puede ser abundante y está limitada por los espacios; por otro lado, está la temperatura de estas celdillas que son menos elevadas, ya que éstas se encuentran ubicadas en los periféricos de los cuadros o panales, que es el lugar donde mejor beneficia al desarrollo del ácaro *Varroa spp*. (Garrido Bailón, M. E., 2012).

Existe una *Varroa* fundadora, la cual infesta quince horas antes de ser operculada las celdillas de las crías de obreras, al igual que a las crías de zánganos la infestación se da antes de la operculación, aproximadamente a cuarenta y cinco horas. Las edades en mención pertenecen a todas las larvas que han llegado a su quinta etapa de su perfeccionamiento larval. Cuando los alvéolos son totalmente operculados, la cría se nutre o se alimenta durante treinta y seis horas a la vez comienza a entretejer su capullo. Es la etapa donde es la primera vez que la larva se alimenta, induciendo al

parasito de la *Varroa* a surgir de su ciclo inmóvil y subir a su cuerpo de la abeja para nutrirse y sobrevivir. En cuanto la cría trabaja su capullo, la *Varroa* fundadora se encamina ágilmente sobre la larva para salvaguardar su integridad evitando ser abatida contra la pared de la celda, al instante comienza a alimentarse y a defecar. Una vez de haber alcanzado una muy buena alimentación de su hospedero, la *Varroa* fundadora pone sus huevos sesenta horas después de la operculación desde uno hasta un máximo de seis huevos con un espacio de treinta horas entre cada huevo. La *Varroa* fecundada al momento de poner su primer huevo éste da como resultado un macho con seis a siete días para su desarrollo, a partir del segundo y los siguientes huevos proveerán el origen a hembras, con siete a ocho días como tiempo para su desarrollo (Cepero Rodríguez, A., 2016).

Una larva de *Varroa*, se hace evidente dentro de su huevo a las veinticuatro horas después de su postura, la que evoluciona en los estados de protoninfa, luego en deutoninfa y finalmente en adulto, todas estas transformaciones lo realizan en un tiempo promedio de siete a ocho días. Cuando existe el caso de que la puesta de huevos se dé en los alvéolos de obreras, en un tiempo de veintiún días de desarrollo, el *Varroa* macho alcanza a fecundar a dos hembras, por consiguiente, las restantes quedan vírgenes e inmaduras, las mismas que al momento de que la abeja joven emerge de su capullo o celdilla son desalojadas. En el caso de que el parasitismo se produzca en una celda de zángano, el cual tiene un tiempo de desarrollo de tres días mayor al de la obrera (24 días), entonces el ácaro *Varroa* macho logra alcanzar a fecundar cuatro hembras, por lo que el número de ácaros hembras vírgenes es menor (Álvarez López, A.E., 2016).

La joven abeja una vez que eclosiona desde su celdilla, ocurre que este individuo ya está contaminado con *Varroa* hembras fértiles sobre su contextura, sin alternativas de librarse de ellas, ya que previenen sus movimientos de cepillado afianzando su permanencia por unos tres a cuatro días, luego de este plazo se dejan caer nuevamente a las celdas de crías que están a punto de opercular para así reiniciar nuevamente posturas de huevos. Esta dinámica de sobrevivencia lo realizan dentro

de la misma colmena o en colmenas próximas donde los ácaros son transportados por las abejas obreras o zánganos (Cepero Rodríguez, A., 2016).

1.5.2.- El ácaro *Varroa spp* sobre los insectos perfectos zánganos y obreras

El ácaro realiza las acciones patógenas (traumática, mecánica, toxica y vectora), como consecuencias de las cuales se producen: desosiego y alteraciones de los movimientos; disminución de las proteínas y hemocitos sanguíneos; disminución de la producción de jalea real; degeneración del cuerpo graso (juega un papel importante en el metabolismo); reducción significativa del peso, tamaño y longevidad de las larvas; entrada de gérmenes; reducción la producción de huevos, vuelo de la reina; y en los zánganos baja producción de semen. Los efectos patógenos están estrechamente ligados al número de parásitos adultos y los estadios de desarrollo, y son debido a: las lesiones mecánicas; la pérdida de la proteína de la hemolinfa y los efectos tóxico provocado por los parasito; además de la activación de infecciones latentes por virus, y transmisión de infecciones bacterianas y micóticas, es posible que alteren las relaciones de defensa de las abejas adultas y crías (Rodríguez, A. C., 2016).

La joven hembra *Varroa*, después de cinco días de vida adulta, una vez que se ha apareado, fecundada antes de su salida de las celdas de crías operculadas, posee la capacidad de ovopositar convirtiéndose de esta manera en una nueva *Varroa* fundadora la cual se le ofrece tres posibilidades:

- Durante todo el invierno permanecerá fija adherida a la abeja y ovopositará en cuanto aparezca la cría.
- Puede vivir diez días sobre los panales de la colmena sin alimentarse de las abejas y subsistir fuera de la colmena según la temperatura y humedad relativa desde varias horas hasta nueve días.

- Cuando abandona a su hospedero, penetra en una celda a punto de ser operculada la cual parasita al ocupante y pone sus huevos continuando así una nueva generación de *Varroa*.

La *Varroa* hembra puede vivir durante uno o dos meses sobre la existencia activa de las obreras y de los zánganos. En invierno el ácaro como auténtico parásito, se mantiene unos seis meses a la espera sobre el cuerpo de la obrera. Esta es una de las últimas fases de vida del ácaro que tiene como consecuencia que, en ausencia de las larvas que se encuentran operculadas, todas las *Varroas* se encuentran al descubierto el cual podrán ser alcanzadas por las sustancias destinadas a su control o a exterminarlas (Rubiano, D. M. B., 2016).

El ácaro *Varroa* luego de su postura en huevo se convierte en protoninfa, continuamente en deutoninfa a los tres días y a los cinco días los machos, luego de esta etapa las hembras se convierten en adultas, perjudicando a los estados inmaduros de las obreras y zánganos. Los zánganos son los que intensamente son atacados por los ácaros, la hembra fecundada al séptimo día entra en las celdillas de las larvas de los zánganos y deposita sus huevos. Los óvulos eclosionan y terminan su períodos o ciclos en el interior de la celda conjuntamente con sus respectivas transformaciones de ninfa a adulto. Este proceso se cumple justamente en el momento en que las celdillas se operculan y las larvas se transmutan en pupas. Cuando las larvas concluyen su metamorfosis salen las obreras o los zánganos con los adultos de los ácaros *Varroa* (Moreno, F. E. M., 2006).

1.6.- Transmisión de Varroa de una colonia a otra

Existen varias formas de transmisión del parasito *Varroa*, estas se derivan del acto biológico, ya que las abejas son insectos de vuelo.

1.6.1.- Transmisión de forma natural

El mismo autor manifiesta que las causas naturales de la propagación de ácaro *Varroa* son:

- El pillaje, entrada permanente del zángano, la deriva.

El Apicultor también participa con una alta consideración en la expansión del ácaro al descuidar el buen manejo de las colmenas, al confeccionar los núcleos colocan cuadros o panales de crías completamente operculadas sin precautelar llevando *Varroa* de una colmena a otra (Conlago, T., y Efren, D., 2011).

Las abejas cuyo medio de transporte es el vuelo, al regresar de una salida de pecoreo, se reintegran a una colonia distinta de aquella que salieron inicialmente. Así mismo los machos o zánganos, cambian de colonias por ser parte de su rutinaria costumbre y convivencia, tanto así no es un impedimento si vienen de una colmena próxima o lejana, buscando de preferencia introducirse en colmenas con reinas vírgenes o con proyectos de celdas reales. La *Varroa* es un ácaro sin alas, no vuela; se hace transportar en el vuelo de las abejas, de una colmena a otra, más es eficaz cuando existe proximidad entre las colmenas. (Borbor J., 2015).

1.6.2.- Transmisión artificial.

Una de las principales causas artificiales de la expansión y distribución del ácaro *Varroa*, sin vacilación alguna fue y es en la actualidad el movimiento de colmenas, núcleos y reinas de una zona, región o continente a otro, siendo éstas las causas de su distribución mundial antropógeno; ectoparásito que se distribuyen por todo el mundo, siendo en la actualidad cosmopolita (Llorente, Jesus., 2003).

1.6.3.- Transmisión por parte del apicultor

Krail, J., *et al.* (2007) indica que la participación del apicultor engrandece considerablemente la difusión del parásito, que al formar o multiplicar colmenas mediante la transferencia de marcos con cría operculada.

Otras propagaciones:

- Atreves de la captura de enjambrazón.
- Manipuleos por mantenimiento de las mismas colmenas.

1.7.- Condiciones favorables y desfavorables para la *Varroa*

El mismo autor menciona, que a ciencia cierta no se sabe de qué manera afecta el clima, flora, o las prácticas apícolas, a la biología e incremento del ácaro *Varroa*. En términos generales existe un espacio a la espera de que esta cuestión sea de amplio conocimiento entre técnicos y apicultores.

También se manifiesta de manera concreta que existe la necesidad de cristalizar una sistematización del sector apícola atreves de un sistema de inscripciones territoriales, que permita ejecutar un plan regional o nacional sanitario de las colmenas adjunto a los apicultores. De la misma forma se debate que es necesario seleccionar y mejorar genéticamente a las abejas en busca de tolerancias al ácaro *Varroa*, mejorar los hábitos de prácticas de campo tecnificando y perfeccionando el manejo de los apiarios, impidiendo la propagación del parásito mediante controles epizootiológico contribuyendo así la baja tasa de infestación, así mismo, agremiar, asociar y capacitar a los apicultores considerando el uso de químicos o elementos orgánicos para el control del ácaro por lo menos una vez al año (Borbor Tuárez G., 2013).

1.8.- La *Varroa* y sus síntomas la en la colonia de abejas.

Araneda Durán, X., *et al.* (2011) También se manifiesta aparte de los síntomas ya mencionados y aunque no se trate de una señal específica, la presencia de abejas

muertas o malformadas sobre la plataforma de vuelo ante la colmena, manifiestan los síntomas de la aparición de la plaga, aunque no se trate de una señal específica.

- El principio de la infestación, no es imposible, pero sí muy difícil de percibir a los parásitos sobre las obreras y sobre los zánganos. La baja actividad de crías y pecoreadora no es evidente, y aun que no fuera, no es más específica de la *Varroasis* que la dispersión de las crías.
- Las crías recientemente liberadas de sus celdas (de macho principalmente), los ácaros dejan rastros de excremento blancos.
- Si los ácaros son numerosos bajo el mismo opérculo o celdillas, los parásitos lesionan a la ninfa o a la abeja: abdomen rasgado o cortado, alas y patas atrofiadas.
- La putrefacción de la ninfa adjunto con el mal olor puede hacer pensar en un eminente ataque de la parasitosis.

Todos estos signos, por lo general son invisibles por lo que deben ser completados por chequeo permanentes, es decir por una inspección atenta acompañada por revisiones ligeras o profundas con objetividad de descubrir al parásito a más de tranquilizar al apicultor (Winkle, S. S. J., 2013).

1.9.- Diagnóstico en crías

Entre las formas para determinar la infestación por los parásitos, debido a su ubicación y distribución de las crías de abejas sobre el panal, a fin de conseguir resultados cuantitativos más precisos se hace necesario elegir celdas operculadas entre 50 y 100 unidades, distinguidas en forma de cruz sobre la carilla del panal, seguidamente se procede al análisis por medio de la observación cuidadosa tanto en las crías como en el fondo y paredes de los alvéolos. Los ácaros adultos se

caracterizan por su color marrón rojizo y cuando están de formas inmaduras sus colores son blancos perlados, los cuales se observarán a simple vista.

Una de las modalidades para calcular o cuantificar los porcentajes de la enfermedad se determina de la siguiente forma:

- Número de celdas inspeccionadas totales.
- Número de celdas determinadas con ácaro (parasitada).
- Dividir el número de celdas determinadas con ácaro (parasitadas) por el número de celdas inspeccionadas totales y
- Se multiplican por 100.

Cuando los valores de contaminación oscilan considerablemente a lo largo de todo el año, es recomendable disponer alguna alternativa de control, con la asistencia de un técnico experimentado en el tema escogiendo el método y la habilidad más conveniente (Martínez-Puc, J. F., *et al.*, 2015).

1.9.1.- Diagnostico en las abejas

Otras de las metodologías para detectar y determinar la presencia de *Varroa* sobre las abejas adultas, se procede a ‘cepillar’ y cuantificar como mínimo 200 insectos abejas sin incluir a la reina, colocar dentro de un recipiente con agua y detergente para luego agitarlo vigorosamente durante unos minutos. A continuación, se vierte el contenido del envase a través de una malla filtrante donde se retienen las abejas y se dejan traspasar los ácaros y se examinan las muestras para analizar y cuantificar el número de parásitos.

Para determinar el porcentaje de contaminación se establece:

- Total, número de ácaro presentes
- Total, número de abejas de la muestra.
- Se divide el total del número de ácaros encontrados para el total de número de abejas adultas
- se multiplica por 100.

Para obtener un mejor resultado sobre el grado de infestación, además de determinar una idea más segura sobre la proporción de los parásitos presentes en el recinto apícola, es muy satisfactorio realizar los muestreos tanto sobre las celdas de las crías como sobre las abejas adultas por cada colmena designada para este fin (Guzmán, Ernesto, y Correa Adriana., 2012).

1.9.2.- Importancia de un diagnóstico precóz

De alguna forma ya hemos mencionado anteriormente, uno de los focos o signo de la enfermedad es la presentación de abejas maltrechas o deformes en la colmena, como, por ejemplo, alas defectuosas, abdómenes o patas atrofiadas o cortas. Sin embargo, estos síntomas se posponen en aparecer y se declaran ante un avance significativo de la enfermedad, en el momento en el cual ya se han producido graves pérdidas o perjuicios. Consecuentemente, es de altísima importancia realizar un diagnóstico precoz de la parasitosis, a fin de acondicionar los tratamientos adjuntos a controles y el manejo al sistema de la producción integral en sí (Rojas, M. S., *et al.*, 2016).

1.10.- Tratamientos y control de la *Varroa spp*

La erradicación de *Varroa spp* es imposible, por lo que se tienen que usar pesticidas. Actualmente, este parásito es controlado con insecticidas que ocasionan desventajas, tales como: desarrollo de resistencia, toxicidad para las abejas y el hombre, residuos en la miel, cera y altos costo (Bacci, M., 2008).

Existentes formas para controlar la *Varroasis* que pueden ser mediante productos elaborados con diferentes principios activos, como los químicos y los orgánicos con distintas formas de accionar, como los sistemáticos ingeridos por las abejas en la alimentación como también los de contactos (Espinosa-Montaña, *et al.*, 2007).

Los medicamentos, así como las sustancias orgánicas y soluciones son administrados por medio de humos y gases, utilizando medios de evaporadores para su aplicación dentro de la colmena.

Los principios activos utilizados en la actualidad son: Amitraz, Fluvalinato, Flumetrina, Cahumapos, Bromopropilato, entre otros. Algunos tratamientos alternativos contra este parásito son los ácidos orgánicos como: el timol, ácido fórmico, ácido oxálico al igual que los aceites esenciales (Neira, C., *et al.*, 2004).

También existen técnicas de control biológicas, las que han dado buenos resultados en algunas épocas del año. El control biológico de la *Varroa spp* se lleva a cabo mediante la introducción de un cuadro con cría de zángano en la zona de cría, ya que la *Varroa spp* al tener más días para realizar su ciclo, tendrá preferencia por estas celdas. Al eliminar la cría de zánganos cuando este operculada, también se eliminarán las *Varroas spp* (Espinosa-Montaña, *et al.*, 2007).

10.1.- El ácido oxálico

El ácido oxálico comúnmente conocido como un compuesto químico orgánico, se encuentra en la naturaleza presente en los vegetales como en frutas, en varias plantas y hasta forma parte de la miel ya que contiene pequeñas cantidades de este agrio. En consecuencia, al utilizar este elemento contra el control de la *Varroa spp* y por ser degradable no contamina la miel.

También se manifiesta, que este producto ha sido utilizado en el viejo continente, sobre todo en lugares específicos como Suiza, Francia y Alemania, con un excelente resultado y eficacia para el control de la *Varroa spp*.

Varios autores indican, que se puede utilizar el ácido oxálico en dos formas de aplicación, una en forma de jarabe, en agua con azúcar que se puede administrar como alimentación y la otra en forma es aplicación por aspersión. Los resultados han sido muy favorables, debido que este tipo prácticas de control se lo realiza en época de invierno, que es el momento justo y apropiado en que la reina no se encuentra en posturas de huevos, debido a las temperaturas rebajas, con esta técnica o tipo de tratamiento se afirma a eliminar muy cerca del 99% de la población de ácaro *Varroa spp* (Villegas, H., *et al.*, 2009).

10.1.1.- Obtención

Hoy en día el ácido oxálico se obtiene por el calentamiento de formiato sódico (NaO_2CH) a un 360°C bajo la liberación de hidrogeno, premura del ácido en modo de oxalato cálcico con leche de cal y finalmente la liberación del ácido con ácido sulfúrico.

10.1.2.- Propiedades

Según Rosero Mayanquer, H., (2013), las principales propiedades del ácido oxálico son:

- Solido incoloro.
- Reacciona muy bien con oxidantes fuertes.
- Es soluble en agua y alcohol.
- Sabor amargo.
- Muy ácido.
- Se cristaliza fácilmente en agua.

10.1.3.- Toxicología del ácido oxálico

El ácido oxálico (LD_{50} rata = 375 mg/kg), es considerado moderadamente tóxico, ya que arroja el calcio en forma de oxalato de calcio que puede taponar los capilares renales, entre otros órganos, y evita su digestión por parte del cuerpo. Por esto no es recomendable para las mujeres lactantes y a los niños en crecimiento y desarrollo, el consumo de considerables cantidades de alimentos ricos en oxalato, los cuales suelen contener una parte importante de oxalato en los riñones (Martín, R., *et al.*, 2000).

10.1.4.- Acción acaricida

Desde hace mucho tiempo es conocido la acción acaricida del ácido oxálico, pero, a pesar de las experiencias, los estudios y los diferentes experimentos realizados, su

uso y aplicación no se ha difundido más que entre un núcleo limitado de apicultores. En la actividad apícola este elemento es empleado para el tratamiento de la *Varroasis* que es una enfermedad producida por el ácaro del género *Varroa*, que ataca preferentemente a las abejas *Apis mellifera*. Varios investigadores y experimentados en la rama y en especial de apicultura, contradicen su utilización por su acción toxicológica descrita. Es importante propagar y convalidar que la miel como producto natural contiene éste ácido, en consecuencia, es importante considerar que el control con ácido oxálico es orgánico. En la naturaleza existen mieles que contienen una elevada concentración de ácido oxálico, como por ejemplo la miel de almendro (*Prunus dulcis*), esto es que la concentración de este compuesto en la miel depende de en la flora nectífera que las abejas pecorean en su recorrido (Ibacache, A., 2006).

10.1.5.- Factores a considerar en la aplicación el ácido oxálico

La infestación como fenómeno de internación entre las colonias está dada a que la producción de crías se da durante todo el año. Esta característica muy pronunciada determina que la batalla contra la *Varroasis* no sea solo única vez al año, sino que se debe considerar el tratamiento por lo menos dos veces anual (Rosero Mayanquer, H., 2013).

También se plantea, que en Europa varios investigadores han reportado que el ácido oxálico es causa de disminuir la persistencia de vida de las abejas en plena épocas de invierno. Esto implica que, en clima templado, si se administra este elemento acaricida en invierno, existe la posibilidad de problemas de baja población en época de verano venidero. En la mayor parte de América y en México, por ejemplo, no se muestran inviernos fuertes de los climas templados.

Por otro lado, según nuestras experiencias realizadas jamás se ha tenido problemas consecuentes y significativos en el manejo de este producto acaricida, por lo que se puede dar uso en diferentes temporadas.

También se manifiesta, sin embargo, que por la carencia de información, se recomienda a los apicultores de climas templados no usar o abstenerse de la utilidad del ácido oxálico en invierno, sino usar selectivamente a entradas de la época invernal, cuando las abejas no necesitan por un largo tiempo (Mariani, F., *et al.*, 2002).

El mismo Autor manifiesta, que para la utilización del ácido oxálico con fines para el control de la *Varroa spp* se necesita los siguientes productos:

- Ácido oxálico.
- Azúcar.
- Agua destilada.
- Recipiente (para la elaboración del preparado).

10.1.6.- Preparación del jarabe con ácido oxálico

La preparación del jarabe de ácido oxálico para el tratamiento de la *Varroa* es muy sencilla. Se tiene que elaborar el producto como el que se utiliza para la alimentación de las colmenas en temporadas cuando no hay floración, es decir, se mezclan el azúcar, el agua destilada y el ácido oxálico. Para hacer esta mezcla se utiliza un litro de agua destilada, 1 kilo de azúcar, más 100 gramos de ácido oxálico (Bacci, M., 2008).

10.1.7.- Aplicación del jarabe con ácido oxálico en las colonias

Al momento de administrar el tratamiento, se debe considerar la fortaleza de la colonia para dosificar correctamente el control, posteriormente se descubre la colmena y se rocía el jarabe de ácido directamente encima de los cabezales de marcos de los aposentos o cámara de las crías, lo regular es que por cada marco se debe aplicar 5 centímetro del preparado (Bacci, M., 2008).

Así tenemos, por ejemplo, una colonia de abejas de 5 marcos, se debe aplicar 25 centímetros de ácido, si la colonia de abeja la constituyen 8 marcos se aplicarían 40 centímetros, y si la colonia es muy fuerte, se aplicarían 50 centímetros de ácido. Tómese en cuenta que es muy importante que al momento de la elaboración del jarabe con ácido oxálico tenga más del 50% de azúcar, esto evitará que las abejas padezcan de diarrea, siendo un indicador que al momento de presentarse es debido a la poca concentración de azúcares en el preparado.

El mecanismo de acción no ha sido bien entendido hasta la actualidad, aunque el efecto acaricida es parcialmente asignado a la sensibilidad de los ácaros *Varroa spp* a los pH ácidos. Se ha observado que posteriormente de la administración del ácido oxálico en solución azucarada, en los siguientes 10 días, el mismo aparece en los órganos abdominales de las abejas, la cera y en la miel (Eguaras M., *et al.*, 2008).

10.2.- El Timol

El timol, 5-metil fenol (1-metiletil), es una sustancia de origen natural que se encuentra presente en gran número de plantas, sobre todo en especie de las familias labiadas: albahaca, romero, melisa, tomillo, salvia, ajedrea, orégano, menta, entre otras. En el caso del tomillo, el timol puede llegar a suponer el 50% del contenido de su aceite esencial (May Itzá, W. D. J., *et al.*, 2007).

10.2.1.- Timol y su uso

El mismo autor cita que el uso del timo como biocida, ha demostrado su eficacia no solo para combatir la *Varroasis* en las abejas. Posee capacidad insecticida, Fungicida, Nematicida.

También manifiesta que el timol ha sido usado en medicina humana para el tratamiento de problemas dermatológicos, para inhalaciones en problemas respiratorios y en odontología para el cuidado de los dientes. Se ha demostrado en pruebas 'invitro' que inhibe la oxidación de las proteínas humanas LDL,

responsables del transporte del colesterol por el torrente sanguíneo y que en forma conjunta con éste es lo que se conoce vulgarmente como “colesterol bueno”.

10.2.2.- Dosis, formas y frecuencia de aplicación

Alcázar, J. C., *et al.*, (2006), manifiesta que el modo de acción del Timol ha quedado demostrado en varios trabajos, que resulta eminente el contacto físico de la abeja con respecto al timol, en cualquiera de las formas que éste se presente, puesto que sólo por evaporación no resulta lo suficientemente efectivo. Para que cumplan su función acaricida debe entrar en contacto con las abejas y mantener una concentración lo más homogénea posible dentro de la colmena.

En colmenas Layens han comprobado que funciona mejor la aplicación del timol (4 g de cristal puro 99%), en un soporte de tira de cartón corrugado (25 x 4 x 0,4 cm) impregnado de vaselina fijante (11 g). para prepararlo se calienta ligeramente la vaselina, se disuelve el timol y se impregna las tiras de cartón (que se habrán cortado cuidando que el cartón deje las ondulaciones en posición horizontal).

La dosis máxima de aplicación sería de 2 porciones (medidas), por colmena (con 8 cuadros de crías, en invierno) y una segunda aplicación con 10-12 días de intervalo; sin embargo, advierte que, en condiciones diferentes o en colmenas más débiles es conveniente rebajar esta dosis. Las tiras se colocan entre los cuadros extremos de crías, una próxima a la piquera y la otra más retrasada (y con una disposición en aspa respecto a ésta en la segunda aplicación), (May Itzá, W. D. J., *et al.*, 2007).

También manifiesta que, en cualquier caso, conseguir una buena eficacia en las colmenas pasa por que la reinas sean jóvenes (máximo dos años) y las colmenas estén fuertes, ya que de esta forma las colonias reaccionan con potencia ante un tratamiento; que la temperatura exterior este entre 15-30°C y que el grado de parasitación no haya llegado a ser muy alto (no llegar a una parasitación del 20% o una caída natural mayor de 30 *Varroa spp* al día).

También indica que, en colmenas verticales, la mejor aplicación sigue siendo, dijo, mediante esponjas de floristería (las que se usan para flor humedad), de forma que se disuelven 8 g de timol cristal puro, en 12 g de aceite de oliva (13,5 ml) en una esponja de 9 x 5 x 0.8 cm. La esponja se coloca horizontalmente en la solución de aceite y timol hasta quedar empapada del todo. En este caso, la dosis máxima es de una esponja por colmena (para 8 cuadros de abejas en invierno), que se parte en dos trozos y se colocan sobre los cabezales de los cuadros en igual posición que la indicada (segunda aplicación con 10 – 12 días de intervalo, y rebajar las dosis en determinadas circunstancias).

Los primeros resultados de los ensayos que se han realizado en colmenares productivos dan eficacias muy bajas; después de tres tratamientos con vaporizador y otros tantos con cordón impregnado en la mezcla de vaselina, cera y miel de acuerdo a las indicaciones que normalmente se dan del método, no se ha sobrepasado un 40 – 50% de eficacia en las colmenas ensayadas (Fuselli, S. R., *et al.*, 2006).

10.2.3.- Modo de acción

Ha quedado de manifiesto en varios trabajos que resulta necesario el contacto físico de la abeja con el timol en cualquiera de las formas que este se presente, puesto que solo por evaporación no resulta suficientemente efectivo. Para que cumpla su función acaricida debe entrar en contacto con las abejas y mantener una concentración lo más homogénea posible dentro de la colmena.

10.2.4.- Residuos de timol en la miel

Existe un único problema que puede presentarse por el uso intensivo del timol para el control de *Varroa*, es que le conceda sabor de este ácido a la miel. Desde la perspectiva de seguridad alimentaria existe la posibilidad de ser un problema a considerar. Un comité de expertos investigadores en sustancias saborizantes del consejo de Europa en el año de 1992, bajo la evaluación previa desde entonces,

permite su adhesión de este elemento a los alimentos hasta un 50 mg/kg en las bebidas.

El timol se usa ampliamente en la industria de bebidas refrescantes, ya que se encuentra presente en aceites esenciales de cítricos entre 0,03 a 0,01%. Además, su actividad antioxidante se compara con BHA [2,6 – Bis – (0,1 – dimetiletil) – 4 – metilfenol], y BHT [(1,1 – dimetiletil) – 4 – metoxifenol], antioxidante de síntesis que se emplea en alimentos cuyo uso es progresivamente es más discutido.

El hecho que el timol sea un componente natural de la dieta y que se use de forma generalizada como aditivo alimentario, además de que sea rápidamente metabolizado y eliminado cuando es ingerido, hace que los posibles residuos que puedan quedar de un tratamiento veterinario con esta sustancia no sean considerados tóxicos para el hombre, y no tienen establecido un MRL (límite máximo de residuos) para su presencia en productos derivados de producciones ganaderas

En cuanto a las precauciones necesarias a tener en cuenta, señalo que los residuos de timol no son tóxicos, pero pueden devaluar la calidad de las mieles (niveles de 1,1 ppm se pueden detectar organolépticamente, sobre todo en mieles suaves), (Medellín-Pico, M. R. A., *et al.*, 2010),

10.2.5.- Efectos secundarios

Esta el desplazamiento y abandono de la cría, un estímulo excesivo del comportamiento higiénico (sacan mucha cría y hay una disminución de la población), una salida masiva de abejas (que se quedan fuera de las colmenas), una agresividad mayor a la normal y, en circunstancia extremas, casos de deriva y pillaje.

CAPÍTULO 2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1.- Caracterización del área de estudio

La comuna Olón, lugar muy propicio para la actividad apícola por poseer diversas especies forestales melíferas, además de los cultivos de ciclo corto que demandan de la participación de las abejas por la polinización. Es un área de temperatura promedio Anual de 24°C. con una precipitación promedio anual de 434.5mm. (Aguapén 2015)

2.2.- Ubicación geográfica del ensayo

La investigación sobre la evaluación de dos alternativas para el control de *Varroasis* se realizó en la Comuna Olón, en el apiario de propiedad del Sr. Faustino Salinas, ubicada a 1.35 kilómetros en la vía a San Vicente de Loja con las siguientes coordenadas altitud: 16 msnm, Latitud sur, 1°79'42.76'', Longitud oeste: 80°75'84.92''.

2.3.- Materiales y equipos

Los materiales, insumos y equipos utilizados en el estudio.

2.3.1.- Material apícola

Los materiales utilizados para este ensayo fueron:

- 6 colmenas, de tipo Langstroth, con dos cámaras una de cría y otra de producción y 10 marcos.
- Traje apícola.
- Ahumador.
- Palanca Root.

2.3.2.- Material biológico

El material biológico consistió en:

- 6 colonias de abejas africanizadas *Apis melliferas L.* con infestación del acaro *Varroa spp* en niveles sobre el 5% en abejas obreras adultas.

2.3.3.- Productos acaricidas

Los productos utilizados fueron:

- Ácido oxálico en jarabe o ácido orgánico, el cual actúa en el metabolismo celular del acaro, bajando la producción de energía necesaria para su sobrevivencia, el cual se aplica en mezcla con azúcar y agua.
- Timol es un producto que actúa como expectorante de contacto en las colonias de abejas, el cual se aplica 5 gramos en recipientes pequeños (tapas de colas), en la esquina de la cámara de crías. Es un elemento orgánico natural extraído de la planta aromática tomillo (*Thymus vulgaris*).

2.3.4.- Equipos

Etereo.

GPS.

Cámara fotográfica.

Computador.

2.4.- Metodología

La metodología utilizada en esta investigación se describe a continuación.

2.4.1.- Diseño experimental

El diseño experimental utilizado en el ensayo es completamente al azar (DCA) con arreglo factorial (A x B), en el cual Factor A representa los productos antiparasitarios, y el **Factor B** las dosis. Se empleó la prueba de significancia al 5% de probabilidad estadística para tratamientos, y DMS al 5% para los factores (A y B).

Tabla 1. Grados de libertad del experimento.

F.V.	Formula	G.L.
Facto A	$r - 1$	1
Factor B	$t - 1$	2
Error experimental	$(r-1) (t-1)$	2
Total	$rt-1$	5

a) Tratamientos

Los tratamientos considerados en el estudio son:

T1 (ácido oxálico).

T2 (timol). En cada tratamiento se utilizaron 3 repeticiones y en cada repetición se utilizó una colmena. La descripción de los tratamientos se detalla a continuación.

Tabla 2. Descripción de los tratamientos

Tratamientos	Métodos de prendimiento
T1	Ácido oxálico
T2	Timol

b) Delimitación del área del experimento

Está conformado por una cámara de cría y una cámara de producción, las dimensiones los mismos fueron de 0,50 m de largo x 0,41 m de ancho x 0,30 m de

alto respectivamente, que se utilizaron como elementos o dispositivos para el desarrollo de las colonias de abejas en el interior de la colmena.

Las unidades experimentales constan de una cámara de cría y una cámara de producción, base. Donde se utilizará un área de 0,12 m por colmena y un área total del experimento 33,50 m².

Tabla 3. Delineamiento experimental.

Diseño experimental	DCA
Tratamiento	2
Repeticiones	3
Total, unidad experimental	6
Distancia entre colmenas	2 m
Distancia entre hilera	2 m
Número de Colmenas por sitio	6
Numero de colmenas por	3
Número de filas	2
Área útil del experimento	0,12 m
Área total del experimento	33.5 m2

2.4.2.- Manejo del experimento

a) Limpieza del terreno.

Previo al estudio en campo se realizó la limpieza de maleza y nivelación del terreno en forma manual utilizando azadones y machetes, en las aéreas donde se ubican las colmenas.

2.4.3.- Aplicaciones de los productos para control de *Varroa spp.*

La aplicación de los productos antiparasitario en las colmenas se lo suministro en periodo de 7 días, se empleó 3 dosis (5, 10, 15 g.) para el control del acaro, para lo

cual el producto Acido Oxálico se proporcionó sobre la cabecera de cada marco de la cámara de cría.

El Timol se aplicó ubicándolo en una esquina de la cámara de cría.

a) Preparación de las dosis antiparasitarios

- **Preparación del ácido oxálico y aplicación**

Para elaborar la solución se mezcla 100g de ácido oxálico más 1 litro de agua destilada más 600g de azúcar. Para suministrarlo en el estudio, se abrió las colmenas y se roció la solución directamente sobre los marcos de la cámara de cría. Se aplicó 50, 100 y 150 mililitros del acaricida, correspondiente a 5, 10, 15g de Ácido oxálico respectivamente, en tres aplicaciones en cada una de las colmenas en estudio, con un intervalo de 7 días. Así tenemos:

- Día 0, primera aplicación.
- Día 7, segunda aplicación,
- Día 14, tercera aplicación.
- Día 21, cuarta aplicación.

- **Modo de preparación y aplicación del timol**

La aplicación de timol en polvo es la más sencilla y consiste únicamente en pesar o medir con una cuchara 5, 10, 15g de timol, se colocan en dos extremos de la cámara de cría, sobre la base o plataforma y se puede aplicar de 2 a 3 veces.

2.4.4.- Toma de datos

Los datos de campo se tomaron durante 21 días:

Día 0.- Peso de colmena, conteo de *Varroa spp* y abejas.

Día 7.- Peso de colmena, conteo de *Varroa spp* y abejas.

Día 14.- Peso de colmena, conteo de *Varroa spp* y abejas.

Día 21.- Peso de colmena, conteo de *Varroa spp* y abejas.

2.4.5.- Variables a evaluarse

a) Población del Acaro *Varroa spp*.

Para determinar la población de *Varroa spp*, en un recipiente, se tomaron cierta cantidad de abejas como muestras de las colmenas por tratamientos y se las envió al laboratorio.

b) Poblacional de las abejas

Se determinó por el peso de las colmenas.

c) Análisis económicos de los tratamientos

Para el análisis económico de los tratamientos, se utilizó un modelo el cual determina el beneficio bruto, tomando en consideración la pérdida de cosecha; los costos variables por cada tratamiento (C. V.), los costos totales (C.T.); El beneficio neto (B. N.); la relación beneficio-costos y el porcentaje de rentabilidad de la inversión. Los procedimientos utilizados para el análisis económico consistieron en analizar cada tratamiento, de acuerdo a los siguientes detalles:

- Beneficio bruto por tratamiento (B. B. T.), Se lo realizó mediante la multiplicación del rendimiento neto por colmena por el precio del tratamiento, en todo el ensayo.
- Los costos variables (C.V.), se tomaron los costos de tratamientos de todos los insumos que son afectados por el valor de los productos de aplicación.

- Los costos totales (C.T.), se tabularon los resultados de la suma de los costos fijos y variables.
- Relación beneficio costo, se calculó mediante la división del ingreso neto para el costo total de los tratamientos
- Porcentajes de rentabilidad de la inversión, se dividió el beneficio neto para el costo total expresado en porcentajes.

CAPÍTULO 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1.- Población de *Varroa spp.*

En la **Tabla 4** se presenta el ANDEVA en base al diseño completamente al azar (DCA), con arreglo factorial 2x3, donde se puede apreciar los resultados de los factores cualitativos (acaricidas), y los cuantitativos continuos (dosis), correspondiente a los factores A y B respectivamente. Según las resultantes de la F calculada, los acaricidas y dosis actúan por separados por cuanto factor B (dosis), no tuvieron efectos significativos en la población de *Varroa*, en tanto que el factor A (acaricidas), existe exclusivamente diferencias estadísticas significativas al 5% de probabilidad en la variable del número de las *Varroas spp.*

Tabla 4. Análisis de la varianza ANDEVA de la variable población *Varroa*.

FV	SC	GL	CM	F. C.	F. Tabular	
					5%	1%
ACARICIDAS	1134,38	1	1134,38	5,46*	4,414	8,29
DOSIS	424,08	2	212,04	1,02 NS	3,555	6,01
Error	3742,25	18	207,9			
Total	6187,96	23				
C.V. = 10.74 %						

Tabla 5. Medias de la población de *Varroa* con respecto a las dosis.

FACTOR B	<i>Varroa</i> NS
Timol (5g)	137,50
Timol (10g)	131,25
Timol (15g)	113,25
Ácido Oxálico (5ml)	139,50
Ácido Oxálico (10ml)	140,00
Ácido Oxálico (15ml)	143,75
CV	10,74%

En la **Tabla 5** se permite realizar la comparación de medias de la variable población de *Varroa spp*, donde se evaluó el nivel de eficacia de los acaricidas, y sus dosis en cada una de las colmenas, los cuales se confirma que no existe diferencia estadística significativa en los factores B en estudio.

3.2.- Poblacional de las abejas.

En la **Tabla 6**, se expresan los resultados del análisis de ANDEVA, en la cual se puede observar que los factores A cualitativos (acaricidas), y factor B cuantitativo (dosis), no actúan conjuntamente entre sus factores, sino que los mismos operan por separados como si se tratara de diseños simples, por tanto, no se aplica ningún análisis funcional. En cuanto a los resultados del factor A (acaricidas), no existe diferencias estadísticas significativas en la variable población de abejas, de la misma forma el factor B (dosis), indica una diferencia significativa al 5% de probabilidad según tablas calculada y tabular respectivamente.

Tabla 6. Análisis de la varianza ANDEVA de la variable población de abejas.

F.V.	S.C	GL	CM	F C	F. Tabular	
					F.5%	F1%
ACARICIDAS	46,76	1	46,76	3,44 NS	4,414	8,29
DOSIS	95,58	2	47,79	3,52 *	3,555	6,01
Error	244,56	18	13,59			
Total	393,24	23				

Tabla 7. Medias de la población de abejas con respecto a los acaricidas.

TRATAMIENTOS	ABEJAS Kg. NS
Timol (g)	18,88
Ácido Oxálico (ml)	16,08
CV	21,09%

En la **Tabla 7**, se permite realizar la comparación de medias de la variable, en la cual, se evaluó el nivel de eficacia de los acaricidas, de cada uno de los dos tratamientos y sus dosis, en este tratamiento de las colmenas para los Acaricidas, no presenta diferencias estadísticas significativas. El Ácido oxálico presenta una media promedio de 16,08 kg de abejas mientras que, para el timol con una media promedio de 18,88, análisis que se obtuvo con un coeficiente de variación al 21,09%.



Figuras 1. Dosis y fortalezas de las colmenas.

En la **Figura 1**, se observa las dosis de uno de los elementos controladores de *Varroa*, según el análisis, los resultados demuestran que las dosis realizan sus efectos favorables a la población de abejas en las colmenas, cuyas dosificaciones de 5, 10 y 15 g Timol, reflejan un aumento en la población de abejas, en los cuales se obtiene; 14,94; 17,69 y 19,81 kg de abejas respectivamente por colmena.

3.3.- Análisis económico de los tratamientos

Los resultados del análisis de significancias de los tratamientos, demuestran que el tratamiento timol (T1), es el que mejor responde a los controles del acaro *Varroa spp* en las colmenas, por lo cual el análisis económico del tratamiento respectivo señala que su costo es de \$ 16,98 en cuatro dosis de 15 g por tratamiento en cuatro

aplicaciones anual, descartando por la falta de rendimiento, la utilización de acaricida Acido oxálico (Tabla 8).

Tabla 8. Costo del tratamiento (T1) timol.

Descripción	Unidad	Cantidad	Costo/Unidad	Costo total	Análisis (%)
Costos variables					
<i>Insumos</i>					
Timol	gramos	60	0,05	3,00	
Funda de polietileno	unidad	2	0,10	0,20	
Jeringa	unidad	2	0,15	0,30	
Embace	unidad	3	0,03	0,09	
Total, Insumo				3,59	
<i>Mano de obra</i>					
Colocación del producto	horas	0,5	0,5	0,25	
Revisión de la colmena	horas	0,5	0,5	0,25	
Extracción del producto	horas	0,5	0,5	0,25	
Transporte	unidad	8	1,5	12,00	
Total, mano de obra				12,75	
Total, costos variables				16,34	96,23%
Costos fijos					
<i>Depreciaciones</i>					
Colmena	Unidad	4	0,10	0,40	
Ahumador	Unidad	4	0,02	0,08	
Guantes	Unidad	4	0,01	0,04	
Mascarilla	Unidad	4	0,02	0,08	
Espátula	Unidad	4	0,01	0,04	
Total, costos fijos				0,64	3,77%
Total, costos fijos y variables				16,98	100%
Costo por tratamiento				16,98	

Tabla 9. Determinación Costo-beneficio del tratamiento (T1) Timol.

Precio Miel (\$)	Producción total anual (Litro)	Ingreso bruto (\$)	Costo total (\$)	Utilidad (\$)	Costo beneficio
8,00	30,00	240,00	16,98	223,02	1: 14,13

1: 14,13; El análisis de costo-beneficio demuestra que por cada dólar invertido se obtiene una utilidad de \$ 14,13 por colmena en la producción anual. Monto que justifica la utilización de este elemento controlador del acaro *Varroa spp* en los apiarios (**Tabla 9**).

El análisis económico del tratamiento (T2) ácido oxálico, señala que su costo es de \$ 17,94 en las cuatro dosis de 15 g por aplicación, considerando que se repetirían tres veces de suministro al año (**Tabla 10**).

Tabla 10. Costo del tratamiento (T2) ácido oxálico.

Descripción	Unidad	Cantidad	Costo/Unidad	Costo total	Análisis (%)
Costos variables					
<i>Insumos</i>					
Ácido oxálico	gramos	60	0,05	3,00	
Jeringa	unidad	2	0,15	0,30	
Agua destilada	ml	600	0,00125	0,75	
Azúcar	gramos	600	0,00125	0,75	
Total, Insumo				4,80	
<i>Mano de obra</i>					
Colocación del producto	horas	0,5	0,5	0,25	
Revisión de la colmena	horas	0,5	0,5	0,25	
Transporte	unidad	8	1,5	12,00	
Total, mano de obra				12,50	
Total, costos variables				17,30	96,23%
Costos fijos					
<i>Depreciaciones</i>					
Colmena	Unidad	4	0,10	0,40	
Ahumador	Unidad	4	0,02	0,08	
Guantes	Unidad	4	0,01	0,04	
Mascarilla	Unidad	4	0,02	0,08	
Espátula	Unidad	4	0,01	0,04	
Total, costos fijos				0,64	3,77%
Total, costos fijos y variables				17,94	100%
Costo por tratamiento				17,94	

Tabla 11. Determinación Costo-beneficio del tratamiento (T2) ácido oxálico.

Precio Miel (\$)	Producción total anual (Litro)	Ingreso bruto (\$)	Costo total (\$)	Utilidad (\$)	Costo beneficio
8,00	30,00	240,00	17,94	222,06	1: 13,38

1: 13,38; El estudio comparativo del costo-beneficio señala que por cada dólar invertido se obtiene una utilidad de \$ 13,38 por colmena en la producción anual. Valor que se encuentra por debajo en comparación con el tratamiento (T1) timol como controlador del acaro *Varroa spp* en los recintos apícolas (Tabla 11).

Discusión

El presente estudio de investigación se realizó tomando en consideración que los tratamientos químicos para el control de la *Varroasis* son tóxicos y se expone la seguridad alimentaria, por tal razón se utilizaron elementos orgánicos como es el caso del Timol y el Ácido Oxálico, por ser acaricidas aplicados a insectos generadores de productos alimenticios para el hombre (miel, pólen, jalea real, y derivados). De acuerdo con Yánez (2004), se confirma que a más de utilizar productos con un nivel de toxicidad se puede utilizar tratamientos alternativos orgánicos contra éste parasito como es el caso del Timol y el ácido oxálico.

En la investigación realizada, los resultados muestran que el acaricida Timol como uno de los elementos orgánicos, obtuvo mejores resultados con relación al Ácido oxálico, por presentar aumentos en la población de abejas con 14,94; 17,69 y 19,81 kg en dosis de 5,10, y 15 g. respectivamente por colmena, considerando que el uso de este elemento sería una de las alternativas para el control del acaro *Varroa spp* para los apicultores de la zona; en similitud con Carmona, M, *et al.* (2002), que manifiestan que el uso del timol como biocida, ha demostrado su eficacia no solo para combatir la *Varroasis* en las abejas, sino que también posee capacidad insecticida, Fungicida y Nematicida.

El ácido oxálico como tratamiento para la *Varroasis*, se aplicó en épocas de verano, donde la abeja reina si ovoposita, dificultando la aplicación del tratamiento donde el acaricida obtuvo una media de 141,08 unidades de población de *Varroa spp* con un 5,95 % de eficacia versus el acaricida Timol que alcanzó un 15,11%. De acuerdo con los autores ECOSUR *et al.* (2005), el Ácido oxálico es un elemento químico-orgánico, está presente en frutas y en varias plantas y hasta en la miel, en mínimas cantidades, que utilizándola para el control de la *Varroa spp* no contamina la miel, por ser degradable. De la misma forma sostienen que se puede utilizar en forma de aspersión y en forma de jarabe o preparados con agua y azúcar, que aplicados en épocas cuando la reina no ovoposita se puede alcanzar a eliminar un 99% de *Varroas*.

Según los resultados obtenidos del análisis económico de los tratamientos en el presente estudio, se determina que el timol es un 5,3% más económico en relación con el ácido oxálico, pudiendo ser recomendado para el control de la *Varroa spp* en los Apiarios de la península de Santa Elena.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

Los tratamientos Ácido Oxálico, durante el período en estudio logró una reducción en la población de *Varroa spp* de 150 a 141,08 (correspondiente al 5,95%), y el Timol de 150 a 127,33 (correspondiente al 15,11%), unidades medias respectivamente.

El tratamiento Timol en dosis de 15 g (acaricida orgánico), en el estudio, es el mejor elemento para controlar el ataque de plaga en los asentamientos apícolas de la zona considerando la época en que se realizó el trabajo de investigación, ya que se aumentó el peso de la colmena de 14,94 kg a 19,81 kg en 28 días.

El mejor tratamiento es el timol en dosis de 15 g, su análisis costo-beneficio demuestra que por cada dólar invertido se obtiene una utilidad de \$14,13 por colmena.

Recomendaciones

Realizar nuevos estudios con los acaricidas orgánicos aplicados en el presente trabajo en diferentes zonas y épocas de la provincia de Santa Elena.

Que se establezcan nuevos estudios sobre de control del acaro, considerando los acaricidas utilizados en el presente ensayo, ya que los costos de control influyen significativamente en la producción de los Apiarios dependiendo de su ubicación geográfica.

Dar a conocer la información al MAG, Prefectura, Asociación de Apicultores, el uso ventajas y desventajas en las aplicaciones de productos orgánicos con mayor relevancia en el control de la *Varroa spp* en las diferentes zonas de la provincia de Santa Elena.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICA

Alcázar, J. C. (2006) *Varroa (Varroa jacobsoni)* Situación actual y métodos de control. VII Congreso SEAE Zaragoza.

Alvarez López, A. E. (2016) *Diagnóstico y prevalencia de ectoparásitos en apiarios de Apis Mellifera en la región Sur del Ecuador* (Bachelor's thesis Quito: UCE).

Araneda Durán, X., & Calzadilla Albornoz, A. (2011). Evaluación de dos modelos de pisos trampa para el control del ácaro *Varroa destructor* Oud. sobre la abeja *Apis mellifera* L. *Idesia (Arica)*, 29(3), 99-104.

Bacci, M. (2008). Tratamiento y productos para el control de *Varroa*.

Borbor Méndez, J. A., (2015) *Respuestas de las abejas (Apis mellifera) a diferentes alternativas de alimentación en la comuna de Olón, provincia de Santa Elena*. La Libertad. UPSE. Matriz. Facultad de Ciencias Agrarias. 106 p. Disponible en: <http://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/2242>. Consultado: 14/10/2017.

Borbor Tuárez, G., (2013) *Producción de maíz a partir de semillas inoculadas con Rhizobium sp en Manglaralto, cantón Santa Elena*. La Libertad. UPSE. Matriz. Facultad de Ciencias Agrarias. 106 p. Disponible en: <http://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/2245>. Consultado: 14/10/2017.

Borbor Tuárez, V. M. (2015) *Caracterización de los sistemas de producción y comercialización apícolas en la comuna Las Balsas de la provincia de Santa Elena*. La Libertad. UPSE. Matriz. Facultad de Ciencias Agrarias. 83p. Disponible en: <http://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/2253>. Consultado: 14/10/2017.

Cepero Rodríguez, A. (2016) *Monitorización de los principales patógenos de las abejas para la detección de alertas y riesgos sanitarios*. Tesis. Universidad Complutense de Madrid. Madrid- España.

Conlago, T., y Efren, D. (2011). *Efecto de tres dosis de Ácido Láctico y Oxálico más una combinación de los dos en el control poblacional de Varroa (Varroa Jacobsoni Oudemans) en Apicultura* (achelor's thesis).

CONASA. (2002). Comisión Nacional de Sanidad Apícola. Argentina. Disponible en: <http://www.apinetla.com.ar/ar/sanidad/>. Consultado: 13/09/2017.

De la Rúa, P., Jaffé, R. Dall'Olio, R., Muñoz, I., y Serrano, J., (2009). Biodiversity, conservation and current threats to European honeybees. *Apidologie*, 40(3), 263-284 pp.

Eguaras, M. y S. Ruffinengo. (2008). *Estrategias para el control de varroa*. 2da ed. Mar del Plata: Argentina

Eguarás, Martin Javier. (2006) «Generalidades sobre Varroa.» En *Estrategias para el Control de Varroa*, de Eguaras M. y Ruffinengo S., 11-12. Mar del Plata: Editorial Martin, *el buen apicultor*. s.f. Disponible en: <http://www.elbuenapicultor.es/tratamiento-ecologico-contra-la-varroa-timol/>. Consultado: 24/08/2017.

Espinosa-Montaña, L. G., & Guzmán-Novoa, E. (2007). 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. *Vet. Méx*, 38(1).

FAO (2005) «La apicultura ayuda a crear sistemas de vida sostenibles.» En *La apicultura y los medios de vida sostenibles*, de Nicola Bradbear. Roma.

Fernandez, N. Y Coineau, Y. (2002) *Varroa*. El verdugo de las abejas, conocerla bien para controlarla mejor.

Frey, E., R. Odemer, T. Blum and P. Rosenkramz. (2013) Activation and interruption of their production of *Varroa destructor* is triggered by host signals (*Apis mellifera*).

Fuselli, S. R., García de la Rosa, S. B., Gende, L. B., Eguaras, M. J., & Fritz, R. (2006). Inhibición de *Paenibacillus larvae* empleando una mezcla de aceites esenciales y timol. *Revista argentina de microbiología*, 38(2), 89-92.

Garrido Bailón, M. E. (2012) "Repercusión potencial en la caña apícola española de agentes nosógenos detectados en colonias de *Apis mellifera iberienseis*". Doctoral dissertation. Universidad Complutense de Madrid.

Guzmán, Ernesto, y Correa Adriana (2012) *Patología, diagnóstico y control de las principales enfermedades y plagas de las abejas melíferas*. México, D.F.: Yire.

Ibacache, A. (2006). *Evaluación de cuatro tratamientos alternativos en el control de Varroa destructor Anderson y Trueman en Apis mellifera L. en la zona de Valparaíso* (Doctoral dissertation, Tesis de Pregrado). Pontificia Universidad Católica de Valparaíso. Chile.

INIFAP (2011) "Prevención de Varroosis y suplementación." Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación 1: 4-16 pp.

Krali, J., S. Fuchs, y J. Tautz. (2007) «The parasitic mite *Varroa destructor* affects non-associative learning in honey bee foragers, *Apis mellifera L.*»

Llorente, Jesus. (2003) *Principales Enfermedades de las Abejas*. Tercera. Madrid, Madrid: Centro de publicaciones del Ministerio de agricultura, pesca y alimentación.

Mariani, F., et al (2002) Ácido oxálico en el control de *Varroa destructor* en Argentina. *Vida Apícola*, 113, 25-31.

Martín, R., Pérez, J. L., Rojo, N., Sanz, A., Suárez, M., de la Cruz, M., & Higes, M., (2000) Estudio de la toxicidad del ácido oxálico para *Apis mellifera* mediante la determinación de la DL50. *Centro de Marchamalo*. Guadalajara-México.

Martínez-Puc, J. F., *et al* (2015). Frecuencia de *Varroa destructor*, *Nosema spp* y *Acarapis woodi* en colonias comerciales de abejas (*Apis mellifera*) en Yucatán, México. *Journal of the Selva Andina Animal Science*, 2(1), 2-12.

May Itzá, W. D. J., Medina Medina, L. A., & Marrufo Olivares, J. C. (2007). *Eficacia de un gel a base de timol en el control del ácaro Varroa destructor que infesta colonias de abejas Apis mellifera, bajo condiciones tropicales en Yucatán, México*. Veterinaria México, 38 pp.

Medellín-Pico, M. R. A., & Espinosa-Montaña, L. G. (2010) *Utilización del timol en gel para el control de varroa destructor en colonias de abejas del altiplano mexicano*. Mexico.

Moreno, F. E. M., (2006) Evaluación de la aplicación estival de *Apilife Var* en el control de *Varroa destructor* Anderson y Trueman, ectoparásitos de *Apis mellifera* L. (Doctoral dissertation, Universidad Austral de Chile).

Neira, C., Heinsohn, P., Báez, M., & Fuentealba, A. (2004). Efecto de aceites esenciales de lavanda y laurel sobre el ácaro *Varroa destructor* Anderson & Truemann (Acari: Varroidae). *Agricultura técnica*, 64(3), 238-244. Pp.

Ocaña, C., & Elena, K. (2015). *Prevalencia del acaro varroa (Varroa sp.) en colmenares de las regiones norte y centro norte del Ecuador* (Bachelor's thesis, Quito: UCE).

Pino, O., Sánchez, Y., Rodríguez, H., Correa, T. M., Demedio, J., y Sanabria, J. L., (2011). Caracterización química y actividad acaricida del aceite esencial de *Piper*

aduncum subsp. Ossanum frente a *Varroa destructor*. Revista de Protección Vegetal. 26 (1), 52-61 pp.

Polaino, Carlos. (2006) *Manual practico de apicultura*. Madrid: cultural.

Pino, O., Sanchez, Y., Rodriguez., H., Correa, T. M, Demedio, J., y Sanabrai, J., L., (2011). Caracterizacion quimica y actividad acaricida del aceite esencial de *piper aduncum subsp.* Frente a *Varroa*. Revista de Proteccion Vegetal. 26(1), 52-61 pp.

Rodríguez, A. C. (2016) *Monitorización de los principales patógenos de las abejas para la detención de alertas y riesgos sanitarios*.

Rojas, M. S., Guerrero, S. V., Román, D. E., y Gago, R. B. (2016). *Mielitis transversa post picadura de abeja, primer reporte de caso en Costa Rica*. Revista Médica de Costa Rica y Centroamérica, 73 (620), 717-724. Pp.

Rosero Mayanquer, H., (2013) *Evaluacion de cinco tratamiento para el control del ácaro Varroa destructor en abejas Apis mellifera*. Tesis. Universidad Central del Ecuador.

Rubiano, D. M. B. (2016) *Análisis virológico y epidemiológico del síndrome de despoblamiento de las colmenas en España*. Estudio de causas y consecuencias
Virological and Epidemiological analysis of Colony Collapse Disorder in Spain
Study of causes and consequences.

Sammataro, D., U. Gerson y G. Needham (2000) "Parasitic mites of honey bees: life history, implications, and impact." *Annu Rev Entomol* 45: 519-48. Pp.

Vandame, R. (2000). *Control alternativo de varroa en apicultura*.

Villegas, H., Solange, E., Sepúlveda Chavera, G. F., & Rebolledo Ranz, R. E. (2009). *Sanidad apícola en el valle de azapa, región de Arica y Parinacota, Chile. Idesia (Arica)*, 27(2), 71-78. Pp.

Winkle, S. S. J. (2013) *Identificación de especies de Nosema spp, en colonias de Aapis mellifera en cuatro zonas geográficas de Chile, mediante técnica de reacción en cadena de la Polimerasa (PCR)*. Valdivia- Chile.

ANEXOS

Tabla 1A. Tratamientos y dosis de la variable población del ácaro.

Tratamientos	Repeticiones				Σ	\bar{X}
	I	II	III	IV	Total. de tratamientos	
Timol (5g)	150	140	140	120	550	137,50
Timol (10g)	150	130	125	120	525	131,25
Timol (15g)	150	105	100	98	453	113,25
Ácido Oxálico (5ml)	150	140	138	130	558	139,50
Ácido Oxálico (10ml)	150	145	135	130	560	140,00
Ácido Oxálico (15ml)	150	150	150	125	575	143,75
Σ de las repeticiones	900	810	788	723	3221	805,25

Tabla 2A. Análisis de varianza ANDEVA de población del ácaro.

Análisis de la varianza.	N	R ²	Aj	CV
Población de <i>Varroa</i>	24	0,04	0,23	10,74

FV	SC	GL	CM	F. C.	F. Tabular		P-VALOR
					5%	1%	
ACARICIDAS	1134,38	1	1134,38	5,46	4,414	8,29	0,031
DOSIS	424,08	2	212,04	1,02	3,555	6,01	0,380
ACARICIDAS*DOSIS	887,25	2	444,63	2,13	3,555	6,01	0,147
Error	3742,25	18	207,90				
Total	6187,96	23					

Tabla 3A. Diferencias mínimas significativas de población del ácaro *Varroa*.

Test: Tukey Alfa: 0,05 DMS: 12,36700

Error: 207,9028 gl: 18

Acaricidas	Medias	n	E.E.		
Timol	127,33	12	4,16	A	
Ácido Oxálico	141,08	12	4,16		B

Tabla 4A. Diferencias mínimas significativas dosis.

Test: Tukey Alfa = 0, 05 DMS = 18, 39961

Error = 207, 9028 gl: 18

DOSIS	Medias	N	E: E	
15	128,5	8	5,1	A
10	135,63	8	5,1	A
5	138,5	8	5,1	A

Tabla 5A. Diferencias mínimas significativas dosis por tratamientos.

Test: Tukey Alfa = 0, 05 DMS = 32,40215

Error = 207, 9028 gl : 18

ACARICIDAS	DOSIS	MEDIAS	N	E. E	
Timol (g)	15	113,25	4	7,21	A
Timol (g)	10	131,25	4	7,21	A
Timol (g)	5	137,25	4	7,21	A
Ácido Oxálico (ml)	5	139,50	4	7,21	A
Ácido Oxálico (ml)	10	140,00	4	7,21	A
Ácido Oxálico (ml)	15	143,75	4	7,21	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$).

Tabla 6A. Tratamientos y dosis de la variable población de abejas.

Tratamientos	Repeticiones				Σ	\bar{X}
	I	II	III	IV	Total. de tratamientos	
Timol (5g)	13,00	16,50	11,50	22,00	63	15,75
Timol (10g)	14,00	19,00	22,50	23,50	79	19,75
Timol (15g)	14,50	20,50	24,50	25,00	84,5	21,12
Ácido Oxálico (5ml)	13,00	13,50	14,00	16,00	56,5	14,13
Ácido Oxálico (10ml)	13,50	14,00	16,00	19,00	62,5	15,63
Ácido Oxálico (15ml)	15,00	17,50	19,00	22,50	74	18,50
Σ de las repeticiones	83,00	101,00	107,50	128,00	419,5	104,88

Tabla 7A. Análisis de la varianza ANDEVA de población de abejas.

Análisis de la varianza.	N	R2	AJ	CV
Poblacion Abejas (kg)	24	0,00	0,00	21,09

F. V	S.C	GL	CM	F	P-Valor
ACARICIDAS	46,76	1	46,76	2,97	0,989
Error	346,48	22	15,75		
Total	393,24	23			

Tabla A8. Diferencias mínimas significativas de población de abejas.

Test: Tukey Alfa: 0,05 DMS: 3,35996

Error: 15, 7491 gl: 22

ACARICIDAS	MEDIAS	n	E. E	
Ácido Oxálico (ml)	16,08	12	1,15	A
Timol (g)	18,88	12	1,15	A

Medidas con una letra en comun no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)



Figura 1A. Aplicación del ácido oxálico en colmenas.



Figura 2A. Aplicación del acaricida timol en las colmenas.



Figura 3A. Toma de muestras para análisis.



Figura 4A. Observación de los efectos de los acaricidas.



Figura 5A. Análisis de la *Varroa spp* en laboratorio.



Figura 6A. Peso de las colmenas para el cálculo de población de abejas.