

CRIA Occidente

Cadena: Miel.

Nebulización con orégano (*Lippia graveolens* HBK) y eucalipto (*Eucalyptus camaldulensis*)
para el control alternativo de *Varroa destructor*.



Julio Contreras García
Carlos Barrios Morales
Yobdi García Meoño

San Marcos, octubre de 2019



CRIA Occidente

Cadena Miel.

Nebulización con orégano (*Lippia graveolens* HBK) y eucalipto (*Eucalyptus camaldulensis*) para el control alternativo de *Varroa destructor*.

Autores:

Julio Contreras García*

Carlos Barrios Morales**

Yobdi García Meoño***

Investigador Principal*

Investigador Asociado**

Investigador Auxiliar***

San Marcos, octubre de 2019





Este proyecto fue ejecutado gracias al apoyo financiero del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA, por sus siglas en inglés). El contenido de esta publicación es responsabilidad de sus autores y de la institución a la que pertenecen. La mención de empresas o productos comerciales no implica la aprobación o preferencia sobre otros de naturaleza similar que no se mencionan



SIGLAS Y ACRÓNIMOS

AGEXPORT	Asociación guatemalteca de exportadores
CIIDIR	Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional
CRIA	Consortios Regionales de Investigación Agropecuaria
CUSAM	Centro Universitario de San Marcos de la Universidad de San Carlos de Guatemala
IICA	Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura
IPN	Instituto Politécnico Nacional
SEGEPLAN	Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia de la República de Guatemala
USAC	Universidad de San Carlos de Guatemala
USDA	Departamento de Agricultura de los Estados Unidos



ÍNDICE

1	INTRODUCCIÓN.....	1
2	MARCO TEÓRICO	2
2.1	Marco conceptual.....	2
2.2	Marco referencial.....	14
2.3	Estado del arte	14
3	OBJETIVOS.....	17
3.1	OBJETIVO GENERAL	17
3.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	17
4	HIPÓTESIS	17
5	MATERIALES Y MÉTODOS.....	18
5.1	Materiales de ensayo	18
6	Metodología.	19
6.1	Descripción del método experimental.....	19
6.2	Modelo Estadístico del Diseño en Bloques Completos al Azar.....	19
6.3	Unidad experimental.....	19
6.4	Aleatorización de los tratamientos.....	20
6.5	Variables independientes.....	20
6.6	Variables dependientes.....	20
6.7	Manejo del experimento.....	21
6.8	Variables de respuesta.....	22
7	PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	23
7.1	Niveles de infestación inicial.....	23
7.2	Número de Varroas muertas en cada aplicación por tratamiento	24
7.3	Mortalidad de abejas.....	26
7.4	Nivel de Infestación Final.....	28
7.5	Eficacia de los tratamientos.....	29
8	CONCLUSIONES.....	30
9	RECOMENDACIONES.....	31
10	BIBLIOGRAFÍA.....	32
11	Anexos.....	36

ÍNDICE DE CUADROS.

Cuadro No. 1 Productos orgánico-sintéticos y su toxicológica.....	11
Cuadro No. 2 Tratamientos Evaluados.....	19
Cuadro No. 3 Análisis de la varianza para la variable mortalidad de Varroa.....	25
Cuadro No. 4 Análisis de la varianza para la variable mortalidad de abejas.....	27
Cuadro No. 5 Mortalidad promedio de abejas por efecto de los tratamientos.....	27
Cuadro No. 6 Eficacia de los tratamientos.	29

ÍNDICE DE GRAFICAS.

Gráfica No. 1 Porcentaje de infestación inicial del ácaro Varroa destructor.....	23
Gráfica No. 2 Número de ácaros (Varroa destructor) controlados por tratamiento.	24
Gráfica No. 3 Prueba de medias para cada Tratamiento/Aplicación.	25
Gráfica No. 4 Mortalidad de abejas por efecto de los tratamientos.....	26
Gráfica No. 5 Niveles de infestación del ácaro pre y post aplicación de los tratamientos. ...	28

ÍNDICE DE ANEXOS.

Anexo No 1 Ciclo biológico Varroa.....	36
Anexo No 2 Cronograma de actividades.	36
Anexo No 3 Mapa de la República de Guatemala ubicando el departamento de San Marcos y el Municipio de Esquipulas Palo Gordo.....	37
Anexo No 4 Ubicación del diseño experimenta en el Caserío Tierra Blanca del Municipio de Esquipulas Palo Gordo.	37
Anexo No 5 álbum fotográfico.	38



Nebulización con orégano (*Lippia graveolens* HBK) y eucalipto (*Eucalyptus camaldulensis*) para el control alternativo de *Varroa destructor*.

Julio Contreras García (1); Carlos Barrios Morales (2); Yobdi García Meoño (3)

RESUMEN

La apicultura es una actividad económica de la cual se obtienen diversos beneficios, sin embargo, la producción de miel se dificulta cada vez más debido a la presencia de organismos parásitos, como el caso de *Varroa destructor*.

El objetivo de esta investigación fue evaluar el control del ácaro *Varroa destructor* en abejas utilizando humo proveniente de orégano (*Lippia graveolens* HBK), y eucalipto (*Eucalyptus camaldulensis*). El estudio se llevó a cabo en el caserío Tierra Blanca, Aldea Tanil del municipio de Esquipulas Palo Gordo, del departamento de San Marcos, Guatemala. Se utilizó el diseño estadístico en bloques completos al Azar con cinco tratamientos y cinco repeticiones. Los tratamientos evaluados fueron T1, testigo absoluto; T2 Testigo relativo utilizando ácido oxálico; T3, humo de orégano (proveniente de tallo, hojas y flores); T4, Humo de eucalipto (proveniente de Hojas de eucalipto y semillas) T5, combinación de orégano más eucalipto. Se realizaron cinco aplicaciones de cada uno de los tratamientos por colmena con intervalos de 4 días por aplicación, haciendo un total de 20 días. Posterior a esto se realizó un diagnóstico final de la infestación y por consiguiente se determinó la eficacia y la toxicidad.

Los tratamientos que mejores resultados presentaron son: el ácido oxálico (testigo relativo) y la combinación del orégano+eucalipto presentando una eficacia del 73.86% y 67.85% respectivamente para el control del ácaro, sin embargo; en cuanto a la toxicidad se determinó que la aplicación de los tratamientos utilizando productos naturales como el orégano, eucalipto y la combinación de los mismos como método de control alternativo de *Varroa* no presentan efectos de toxicidad que puedan provocar la muerte de las abejas, sin embargo; para el caso del tratamiento 2 (ácido oxálico), se determinó que este producto presenta un alto número de abejas muertas (264) lo cual evidencia un efecto de toxicidad para las abejas. Por tanto, se recomienda validar en otras localidades y en otras épocas la incorporación del uso de orégano y eucalipto para el control del ácaro *Varroa destructor* en *Apis mellifera*.

1. Ingeniero Agrónomo. Investigador Principal Ingeniero Agrónomo USAC
2. Ingeniero Agrónomo. , Investigador Adjunto Ingeniero Agrónomo USAC CUSAM
3. Técnico en Producción Agrícola. Investigador Auxiliar Carrera Ingeniero Agrónomo USAC CUSAM

Misting with oregano (*Lippia graveolens* HBK) and eucalyptus (*Eucalyptus camaldulensis*) for the alternative control of *Varroa destructor*

Julio Contreras García (1); Carlos Barrios Morales (2); Yobdi García Meoño (3)

ABSTRACT

Beekeeping is a quality economic activity in which various benefits are obtained, however, honey production is increasingly difficult due to the presence of parasitic organisms, such as the case of *Varroa destructor*.

The objective of this research was to evaluate the control of *Varroa destructor* water in bees using smoke from oregano (*Lippia graveolens* HBK), and eucalyptus (*Eucalyptus camaldulensis*). The study was carried out in the Tierra Blanca farmhouse, Aldea Tanil of the Esquipulas Palo Gordo municipality, in the department of San Marcos, Guatemala. The statistical design was analyzed in complete randomized blocks with five treatments and five repetitions. The treatments evaluated were T1, absolute control; T2 Relative witness using oxalic acid; T3, oregano smoke (from stem, leaves and flowers); T4, Eucalyptus smoke (from eucalyptus leaves and seeds) T5, combination of oregano plus eucalyptus. Five applications of each of the hive treatments were used with intervals of 4 days per application, making a total of 20 days. After this, a final diagnosis of the infestation was made and the efficacy and toxicity were determined.

The treatments with the best results are: oxalic acid (relative control) and the combination of oregano + eucalyptus presenting an efficacy of 73.86% and 67.85% respectively for the control of the mite, however; Regarding toxicity, it was determined that the application of treatments using natural products such as oregano, eucalyptus and the combination thereof as an alternative control method of *Varroa* does not have toxicity effects that can cause the death of bees, however ; In the case of treatment 2 (oxalic acid), it was determined that this product has a high number of dead bees (264), which shows a toxicity effect for bees. Therefore, it is recommended to validate in other locations and in other times the modification of the use of oregano and eucalyptus for the control of the *Varroa destructor* mite in *Apis mellifera*.

1. Agronomist, Senior Researcher Agricultural Engineer USAC
2. Agronomist, Assistant Researcher Agronomist USAC CUSAM
3. Agricultural Production Technician, Auxiliary Researcher Agricultural Engineer USAC CUSAM

1 INTRODUCCIÓN

La apicultura es una actividad económica importante en el mundo, de la cual se obtiene un beneficio directo proveniente de la venta de los productos apícolas (miel, polen, propóleos, cera, etc.) y uno indirecto, derivado de la acción polinizadora que las abejas realizan en los cultivos (Jules 2016). En la producción de miel, Guatemala produce 2 mil 330 toneladas según Agexport (2015), dicha producción podría disminuir a causa de la presencia de plagas y enfermedades que actualmente amenazan la apicultura en el mundo, entre ellas la Varroasis. Ésta es una enfermedad causada por el ácaro parásito *Varroa destructor* que afecta a las abejas en todos sus estados de desarrollo alimentándose de su hemolinfa, actualmente representa un grave problema en la apicultura a nivel mundial, (González *et al.* 2006).

Según Wolfgang *et al.* (2001) hasta el año 2007, el control de *varroa* se basaba principalmente en métodos químicos, siendo los más efectivos los piretroides sintéticos: fluvalinato y flumetrina, no obstante, el uso indiscriminado de estos productos provocó la resistencia de los ácaros y el creciente rechazo de la miel con residuos de estos plaguicidas.

A raíz de esta situación la presente investigación propone el uso productos orgánicos a base de plantas que poseen un efecto acaricida, como el caso del orégano y eucalipto, aplicados en forma de humo, con el propósito de determinar los niveles de eficacia de estos en relación al control de la Varroa, así como el efecto del estos dentro de las colmenas.

La incorporación de estos productos (orégano y eucalipto) dentro del manejo de apiarios, servirán para dar recomendaciones de prácticas que puedan adicionarse dentro de un manejo integrado del ectoparásito (*varroa*), considerando que además este tipo de prácticas (aplicación de humos) son parte de las actividades cotidianas en la apicultura, este estudio se llevó a cabo en El Caserío Tierra Blanca, Aldea Tanil del municipio de Esquipulas Palo Gordo, del departamento de San Marcos, Guatemala.

2 MARCO TEÓRICO

2.1 Marco conceptual.

2.1.1 Las abejas.

Las abejas son insectos sociales con un alto grado de especialización y organización. El conjunto de abejas que descienden de una misma abeja reina se denomina colonia. Su estructura social se compone de grupos de abejas con distintas funciones, denominados “castas”. Existen tres castas de abejas: abeja reina, abeja obrera y zánganos, la abeja reina y las obreras son las hembras y proceden de huevos fecundados y por lo tanto son individuos diploides (2n). En cambio, los zánganos son los machos y proceden de huevos sin fecundar, por lo que son haploides (n) (Argüello 2010)

2.1.2 Los habitantes de las colmenas

2.1.2.1 La reina

A diferencia de las obreras, recibe una alimentación especial (jalea real), desde sus primeros días de larva y a lo largo de toda su vida, logrando así un desarrollo completo lo cual le permite ser fecundada y contribuir a la conservación de la especie. Su periodo de metamorfosis tarda 16 días a partir de la postura del huevo fecundado que le da origen (Arwello 2010)

Desde el punto de vista morfológico la reina tiene un cuerpo más alargado que las obreras con alas más cortas y el abdomen en estado de virginidad, es más puntiagudo. Tiene un aguijón curvado y liso que puede usar una y otra vez sin poner en peligro su vida, la reina carece de las herramientas de trabajo que poseen las obreras como cestas para el polen, glándulas que producen cera y un buche bien desarrollado para miel, Fecundada y desarrollados sus ovarios, su abdomen llega a ser casi el doble de una obrera (Dewey 2005).

La reina es el único individuo de la colonia que produce huevos diploides (obreras), y haploides (zánganos) mientras que las obreras sólo son capaces de producir huevos haploides ya que no se fecundan y sólo aparecen en caso de que la reina muera y no pueda ser reemplazada La reina se aparea con una cantidad variable de machos (6 o más) en vuelos de apareamiento que realiza a los pocos días de su emergencia. Los espermatozoides se almacenan en la espermateca y son usados durante toda su vida para producir toda la descendencia, la reina es la única hembra sexualmente desarrollada de la colonia y, por tanto, la madre de todos los zánganos, obreras y futuras reinas, su capacidad para poner huevos es alta (Dewey 2005).

2.1.2.2 Zángano

Es el individuo macho de la colonia, cuya única función biológica es la de fecundar a la reina ya que no está dotado para realizar otras funciones, su periodo de metamorfosis tarda 24 días a partir de la postura de un huevo no fecundado que le da origen. Nates (1987), indica que los zánganos pueden tener 3 orígenes según su progenitora ya sea una reina fecundada, una reina virgen o una obrera ponedora, variando su calidad reproductiva según sea el origen, siendo los de menor aptitud los originados por una obrera ponedora (Argüello 2010).

Los zánganos alcanzan su mayor número durante los meses de floración. Conforme se acerca el otoño o la temporada de lluvias, en clima tropical, son expulsados de las colonias por las obreras, que los dejan morir en el exterior, los zánganos carecen de aguijón y no tienen defensa alguna; no tienen cestilla para el polen ni glándulas productoras de cera, y no producen jalea real; su única pero fundamental función es aparearse con las nuevas reinas. Consumado el apareamiento, que siempre tiene lugar durante el vuelo a cielo abierto, el zángano muere de forma casi inmediata, estudios han demostrado que la reina se aparea con seis o más zánganos a lo largo de unos cuantos días.(Argüello 2010)

2.1.2.3 Las obreras

Las obreras son más pequeñas que las reinas y los zánganos, durante su vida adulta las abejas se dedican a una serie de tareas que van sucediendo en función de su edad así, durante las tres primeras semanas de vida éstas se dedican a labores como, construir el panal, limpiar y pulir las celdas, alimentar a las larvas y a la reina, controlar la temperatura del nido (34°C) óptima, para la incubación de los huevos y el desarrollo de la cría.

Cuando la colonia se calienta demasiado la ventilan entre todas batiendo las alas asimismo evaporan el agua del néctar hasta que tome la consistencia de la miel espesa al final de este periodo trabajan como recolectoras y defensoras de la colonia o exploran el ambiente en busca de fuentes de alimento y de nuevos sitios de anidación si la colonia está por enjambrar, Las futuras obreras reciben jalea real sólo los primeros dos días, lo que explica el marcado contraste anatómico y funcional entre éstas y la reina, así entonces, la ontogénesis de la obrera (de la postura del huevo a la emergencia del adulto), tiene una duración de 20 a 21 días las abejas obreras siempre son la casta más abundante de la colonia de abejas y pueden llegar a ser más de 60,000 (Vandame et al. 2012).

2.1.3 Anatomía y fisiología de las abejas

2.1.3.1 La cabeza

Es una cápsula separada del tórax por el cuello que la hace móvil; aquí encontramos las piezas bucales, el par de antenas, los dos ojos compuestos y los tres simples u ocelos, la cabeza del macho o zángano difiere un poco en tamaño y forma a la de la obrera y a la de la reina ya que es un poco más grande y redonda, los ojos son más grandes al grado que casi se juntan en la parte superior de la cabeza las mandíbulas de las abejas obreras les son muy útiles para trabajar con la cera y el propóleo, la lengua muy larga en las obreras les sirve mucho en el proceso de recolección del néctar de las flores, las antenas son segmentadas y un poco más largas en los zánganos; en ellas residen principalmente el sentido del olfato percibiendo los olores y vibraciones a través de sensilias de diferente forma y función (Llorente 2014).

2.1.3.2 El tórax

Se caracteriza por ser rígido, en su exterior se insertan dos pares de alas y tres pares de patas, en su interior se encuentran las masas musculares encargadas de la locomoción tanto por parte de las alas como de las patas en el vuelo las alas delanteras se sujetan de las traseras por medio de unos ganchitos llamados hámulos, creando con esto gran solidez y resistencia, y haciendo que ambas alas actúen como una sola. Las patas de las abejas, aparte de la locomoción, también les sirven para muchas otras funciones, como herramientas para sus trabajos dentro y fuera de la colmena les son muy útiles en las actividades de limpieza de la colmena y de ellas mismas para manipular las escamas de cera y principalmente en la recolección de propóleo y polen, ya que en la tibia del tercer par de patas poseen la cestilla de polen (Llorente 2014).

2.1.3.3 El abdomen

Está formado por segmentos o placas ventrales y dorsales que al unirse forman anillos, éstos se traslapan entre sí unidos por membranas que le dan al abdomen gran flexibilidad en la parte ventral se encuentran, la glándulas ceríferas (únicas en las obreras), importantísimas en la elaboración de la cera, materia prima para la construcción de los panales también en este segmento se encuentra alojado buena parte del aparato digestivo, el aparato reproductor de la reina y el zángano, en las hembras el aparato defensivo, así como gran parte del aparato respiratorio, sistema nervioso, muscular y circulatorio, al igual que varias glándulas (Llorente 2014).

2.1.3.4 Aparato digestivo

Va desde la probóscide o lengua hasta el recto, con regiones bien diferenciadas cuando las obreras liban el néctar usan las estructuras de la lengua haciendo un canal por el que succionan el néctar, pasando por el esófago que atraviesa desde la cabeza hasta la parte anterior del abdomen, donde desemboca en el buche o melario (órgano en el cual las abejas almacenan el néctar mientras es transportado hacia la colmena).

Le sigue el proventrículo, el cual es una válvula que le confiere una resistencia fisiológica a las enfermedades mediante la filtración de esporas ingeridas, el ventrículo o estómago verdadero, en el cual se lleva a cabo las funciones digestivas del néctar que necesita la abeja en su nutrición después de éste continúa el intestino delgado, en el que se insertan numerosos tubos pequeños llamados túbulos de Malpighi al final, encontramos el colon o papila rectal, que es donde se almacenan los desechos de la digestión, que serán descartados cuando las abejas puedan salir de la colonia. La microflora, que se aloja en el buche e intestino de la abeja, las protege de la acción de enfermedades infecciosas entre los órganos anexos al aparato digestivo, están las glándulas hipofaríngeas, y mandibulares, localizadas en la cabeza muy importantes en la producción de jalea real y feromonas, para la comunicación en la colonia (Álvarez et al. 2003)

2.1.3.5 Aparato respiratorio

Consiste en una red de tubos y sacos aéreos, encargados de absorber oxígeno y desechar bióxido de carbono, las tráqueas que son los tubos primarios que luego se ramifican se insertan desde el tórax y abdomen, dan al exterior por unos orificios llamados espiráculos: los cuales tienen una situación importante en la entrada de ácaros microscópicos al tubo respiratorio, en las abejas no hay pulmones si no que las tráqueas y sus ramificaciones llevan el aire directamente a los tejidos y células que lo utilizan (Álvarez et al. 2003)

2.1.3.6 Sistema circulatorio

Comprende principalmente el hemocelo o cavidad del cuerpo, el vaso dorsal medio y membranas púlsateles, estructuras todas que determinan la circulación de la hemolinfa por el cuerpo, el sistema circulatorio de los insectos es abierto, por lo que la hemolinfa está en contacto con todos los órganos del cuerpo, la hemolinfa (sangre de las abejas), es incolora ya que no contiene pigmento respiratorio como la hemoglobina, ni glóbulos rojos, la hemolinfa es puesta en movimiento por el vaso dorsal que hace las veces del corazón, aunque no es eso exactamente las sustancias de desecho que recoge la hemolinfa son excretadas por los túbulos de Malpighi (Álvarez et al. 2003)

2.1.4 Varroasis

Se llama así a la enfermedad producida por la infestación de las colmenas de Abejas melíferas por el ácaro *V. destructor*, esta plaga se inició en Filipinas y se ha expandido ampliamente por el mundo, constituyéndose en la mayor amenaza para la rentabilidad de las explotaciones apícolas (Wikipedia 2017).

2.1.5 Origen del ácaro

Según Vandame et al., (1998), el huésped originario del ácaro es la abeja asiática *Apis cerana*, la cual inicialmente no tenía contacto alguno con la abeja europea.

Este ácaro fue descubierto en el año 1904 por Jacobsoni sobre ejemplares de abejas asiáticas en la isla de Java. Más tarde, en el mismo año, fue descrito por Oudemans denominándolo *Varroa jacobsoni* (Bailey, 1984; Castillo, 1992)

2.1.6 Clasificación del ácaro

Según Dietz (1988), citado por Rosas (1997), este ácaro se clasifica de la siguiente manera:

- Phylum: Artropoda.
- Sub-phylum: Chelicerata.
- Clase: Arachnida.
- Sub-clase: Acari.
- Orden: Mesostigmata.
- Familia: Varroidae.
- Especie: *Varroa jacobsoni* Oud., 1904; *Varroa destructor* Anderson y Trueman, 2000.

2.1.7 Distribución mundial del ácaro

El desarrollo de la trashumancia produjo un contacto artificial entre las especies cerana y mellifera lo que ocasionó el traspaso del parásito a ésta última, este cambio de huésped se realizó probablemente durante los años 1940 y 1950 (Vandame et al., 1998).

Según Castillo (1992), a partir de los años 50', este ácaro comenzó a mostrar sus devastadores efectos sobre la apicultura, entre el norte de China y la costa este de la Unión Soviética. De allí paso a Japón, se extendió por toda China, India y otros países de la región sur de Asia, camino a la Rusia europea. Luego en los años 70' se extiende a los países de Europa oriental y los que rodean al mar Mediterráneo, incluyendo Turquía y noreste de África, el ácaro fue detectado en la década del 70 en Argentina, Paraguay y Brasil, en Israel en 1984,

España en 1985, Estados Unidos en 1987 y en México en 1992 (Levin, 1985 citado por Gerson et al., 1991; Castillo, 1992; Vandame et al., 1998; Gómez, 2000).

Según De Jong et al. (1984), todas las varroas presentes en el continente Latinoamericano descienden de un regalo de abejas hecho por Japón a Paraguay en el año 1971, recientemente Anderson y Trueman, luego del estudio del mtDNA de varroas de distintas partes del mundo, concluyeron que existen dos especies de varroas: *Varroa jacobsoni* Oud., que infesta a *Apis cerana* en la región de Malasia e Indonesia, y *Varroa destructor*, que infesta al hospedero natural *Apis cerana* en Asia y también a *Apis mellifera* en el resto del mundo (Zhang, 2000).

2.1.8 Morfología del ácaro

A continuación, se presentan las principales características morfológicas del parásito.

2.1.9 Macho adulto

El macho de varroa presenta un cuerpo translúcido, piriforme, con un largo aproximado de 500 a 750 micrones, y un ancho de 700 a 900 micrones en su parte posterior. Es muy poco esclerotizado; sus quelíceros tienen forma de tubo y están adaptados para transferir los espermatozoides dentro de la hembra (Moreno, s.f)

2.1.10 Hembra adulta

Esta es de color pardo o pardo oscuro, con el cuerpo fuertemente esclerotizado, aplastado dorso-ventralmente, su forma es transversal-oval, su tamaño alcanza los 1.000-1.770 x 1.500-1.900mm. La superficie del escudo es reticulada, presentando estriaciones transversales curvas, cubierto de pelos largos de 15-20 μ (Grobov, 1977).

Según Moreno (s.f), sus quelíceros tienen forma de cuchillos y conforman una estructura adaptada para atravesar la cutícula de las abejas. Sus patas están perfectamente adaptadas para adherirse al cuerpo de su hospedero.

2.1.11 Diseminación

La diseminación del parásito ocurre de las siguientes formas.

- a) En un mismo apiario:
 - ✓ A través de los zánganos que tienen entrada libre en la colmena
 - ✓ Abejas que entran equivocadamente a otra colmena al regresar del campo
 - ✓ Mal manejo de las colmenas: intercambio de bastidores con cría parasitada
 - ✓ Pillaje
 - ✓ Por estar las colmenas muy próximas entre ellas

- b) De un apiario a otro:
 - ✓ Por zánganos provenientes de colmenas infestadas
 - ✓ Por abejas extraviadas
 - ✓ Movilización de apiarios a infestados a zonas no contaminadas.
- c) Entre regiones
 - ✓ Por movilización incontrolada de abejas reinas
 - ✓ Material biológico infestado
 - ✓ Material apícola contaminado
 - ✓ Enjambres (Arias *et al.* 2011).

2.1.12 Atracción de las varroas hacia larvas de abejas

Existen factores químicos que provocarían la atracción de varroa hacia las celdillas con cría de abejas (Ramírez et al. 1986), dentro de estos factores químicos se cree que existe una influencia de la "hormona juvenil" que desprende la larva, y que afectaría positivamente la penetración del ácaro al interior de la celdilla (Hänel et al. 1986).

Otros factores químicos serían ésteres de ácidos grasos, como el palmitato de metilo, que emitirían las larvas en forma natural para que las abejas operculen la celdilla, éstos ayudarían al ingreso del ácaro (Vandame et al., 1998).

Otra posibilidad es que la atracción hacia las larvas, este mediada por la concentración de CO₂ producido por los estados inmaduros de las abejas (Ramírez et al. 1986).

Además, se presentan factores mecánicos que tienen cierta importancia sobre la atracción. Vandame et al. (1998), indican que estos podrían ser: tamaño de las celdas, prominencia de éstas y distancia entre la larva y el borde de la celda; éstos podrían explicar, de cierta manera, la infestación más alta que se puede encontrar en la cría de zánganos.

2.1.13 Alimentación del ácaro

Varroa se alimenta exclusivamente de hemolinfa de las abejas adultas y larvas. Ritter (1986) citado por Fredes (1993), afirma que este consumo es de aproximadamente 0.1mg en tan sólo 2 horas.

Según Castillo (1992), la varroa al contrario de otros ácaros parásitos, presenta un cuerpo que no puede distenderse, de esta manera debe alimentarse con frecuencia y en cantidades pequeñas, siendo esto muy dañino para la abeja ya que le produce numerosas laceraciones.

Los ácaros prefieren alimentarse de las abejas nodrizas, que de las más jóvenes o pecoreadoras de polen (Kraus. 2000). Por otra parte, se ha sugerido que los ácaros necesitan una cantidad relativamente alta de hormona juvenil III de estas abejas, para así estimularlos a entrar a una celdilla (Hänel et al. 1986)

2.1.14 Ciclo biológico

El ciclo biológico del ácaro en su etapa adulta se divide en dos fases: forético (del griego “fores”, cargar), y reproductiva. En la forética el ácaro parasita sobre el cuerpo de la abeja y en la reproductiva los ácaros se introducen al interior de las celdas con cría antes de ser operculada la celda. La hembra fértil del ácaro inicia el ciclo biológico al entrar (una sola o varias) en la celda. (Arias *et al.* 2011).

Una vez en el interior se aloja en el alimento de la larva y se mantiene inmóvil hasta que 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 horas de su ingreso a la celda; 30 horas más tarde pone otro huevo que dará origen a una *varroa* hembra, y a partir de este momento continuará su postura cada 30 horas con huevos que darán origen a varroas hembras (Arias *et al.* 2011).

Si solo ingresó a la celda una hembra, una vez que el macho alcanza la madurez sexual fecundará a sus hermanas, quienes conservan el esperma en la espermateca. Luego de la cópula el macho muere, al igual que las hembras inmaduras una vez que nace la abeja adulta. En la hembra el ciclo de huevo a adulto es de ocho a nueve días, mientras que en el macho es de seis a siete días. Una hembra de *varroa* fecundada puede poner hasta cinco huevos en las celdas de obreras y hasta siete en las de zánganos. Cuando la obrera o zángano han completado su desarrollo, emergen de la celda de cría conjuntamente con las hembras de *varroa* que pueden recomenzar el ciclo (ver anexo 1) (Arias *et al.* 2011).

2.1.15 Epizootiología

La fuente de infestación está dada por la abeja obrera, específicamente la abeja pecoreadora, la cual acarrea al ácaro y lo introduce en la colmena. Otra forma es cuando los zánganos se introducen en las colmenas al buscar reinas vírgenes e inspeccionan todas las colmenas y se produce en este caso, el contagio por contacto. El parásito aquí se encuentra en estado forético, vive de dos a tres meses en verano y de cuatro a seis meses en invierno. Según Vandame *et al.* (1998).

2.1.16 Sintomatología

Durante la estación lluviosa las colmenas parasitadas en un 40% perecen, en virtud que las abejas deben permanecer en la colmena, y debido a la parasitosis las provisiones de miel y polen son escasas, esto se agrava, ya que al permanecer las abejas en estrecho contacto, la infestación de *Varroa* se hace aún mayor (Higes *et al.*, 1998).

Las larvas parasitadas mueren e ingresan en un proceso de putrefacción desprendiendo olor. Las abejas limpiadoras retiran estas larvas muertas royendo los opérculos para limpiar las celdas. Esta remoción es rápida por ello el opérculo roído no tiene la forma uniforme que presenta cuando la abeja ha nacido. Se puede interpretar que arrancan parte de ellos quedando un borde aserrado (Higes et al., 1998). El primer síntoma lo constituye la aparición de abejas con alas deformes, que no pueden volar, de tamaño reducido, tanto en el interior como en el exterior de la colmena. El abdomen y tamaño general de estas abejas se ha reducido hasta en un tercio, la falta de vitalidad, muerte prematura y debilitamiento de la colmena son características típicas de la enfermedad. La colmena desaparece lentamente, hasta no quedar abejas en ella (Flores et al., 2001).

2.1.17 Diagnóstico de la Varroasis

Para determinar el porcentaje de infestación de las abejas se realiza el método descrito por David De Jong llamado lavado de abejas (método doble tamiz) este método consiste en la obtención de a lo menos 100 abejas de tres marcos centrales de la cámara de cría (donde no esté la reina), donde hallan abejas jóvenes que son las abejas que se encuentran más parasitadas. (Vandame 2000).

estas se depositan dentro de un frasco con alcohol puro, diluido al 50% en agua o en agua jabonosa. Una medida de 200 ml en el frasco, nos indica que tenemos aproximadamente 100 abejas en la muestra, la forma de vaciado de las abejas es pasando el borde del frasco con alcohol desde arriba hacia abajo, por la parte dorsal de las abejas desde la cabeza al abdomen de esta forma no se alteran y caen de forma pasiva dentro del frasco, donde mueren al contacto con el alcohol puro (Vandame 2000).

Después de la obtención de la muestra las abejas obtenidas deben ser filtradas por un doble tamiz, el cual consiste en un frasco o recipiente abierto en un extremo y en el otro debe tener un doble filtro. El primer filtro debe impedir el paso de las abejas (malla con agujeros de 1 milímetro como máximo) y permitir el paso de las varroas, en su otra parte el segundo filtro debe impedir el paso de las varroas y permitir el paso del agua jabonosa o alcohol (puede ser una tela blanca) (Vandame 2000).

2.1.18 Cuantificación del porcentaje de infestación

Al usar cualquiera de los dos últimos métodos, el porcentaje de infestación se determina mediante la fórmula (Vandame 2000).

$$\% I = (n.^{\circ} \text{Varroas} / n.^{\circ} \text{de abejas}) \times 100.$$

2.1.19 Tratamiento

Cuando el diagnóstico revela la presencia del ácaro Varroa en el apiario en un porcentaje alto, es preciso tomar medidas terapéuticas de forma inmediata, no solamente para bajar la tasa de infestación de las colmenas, sino también para limitar su expansión por el colmenar. Existen en la actualidad numerosos productos para el tratamiento de *Varroa* que se dividen en dos tipos:

- a. Productos orgánicos
 - ✓ Rotenona (Extraída de *Tephrosia* sp.).
 - ✓ Aceite esencial, Tomillo extraído (*Thymus vulgaris* L.).
 - ✓ Extracto de Nim (*Azadirachta indica* A. Juss).
 - ✓ Extracto de Eucalipto (*Eucalyptus*).
 - ✓ Extracto de Orégano (*Lippia graveolens* HBK).

En relación al modo de acción, residualidad, toxicidad y eficacia de los productos antes mencionados, se desconocen por ser productos de origen natural y porque las investigaciones en relación a estos productos han sido muy limitadas.

Cuadro No. 1 Productos orgánico-sintéticos y su toxicológica.

orgánico-sintéticos	Clasificación toxicológica	Modo de acción.	Fuente.
Fluvalinato	Moderadamente tóxico	Contacto e ingestión.	(Llorente. 1989)
Flumetrina	Moderadamente tóxico	Contacto (sistema nervioso)	(Ritter. 2001)
Ácido oxálico	Ligeramente tóxico	Contacto	(Vandame. 2000)
Ácido fórmico	Moderadamente tóxico	Contacto	(Vandame. 2000)
Ácido láctico	Ligeramente tóxico	Contacto	(Vandame. 2000)

La utilización de productos de origen orgánico tales como aceites esenciales y ácidos orgánicos, tienen un bajo potencial de riesgo de contaminación comparados con los productos sintéticos. Con el objetivo de minimizar la posibilidad de introducir sustancias ajenas a la miel cualquier tratamiento debe aplicarse en un momento en que no se produzca ingreso de néctar y respetar los tiempos de carencia. Sin embargo, algunos productos orgánicos pueden aplicarse durante la mielada sin producir contaminación, tal es el caso del ácido oxálico (Franco, G. 2009).

2.1.20 Principales tratamientos orgánicos usados para el control de *Varroa*.

2.1.20.1 Fluvalinato

El fluvalinato pertenece al grupo de los piretroides, que son compuestos orgánicos sintéticos cuya estructura química está basada en las piretrinas de origen botánico, estas son aisladas a partir de las flores del crisantemo, es el único producto en base a tau-fluvalinato especialmente diseñado para uso apícola. Actualmente está registrado en más de 50 países tanto por autoridades veterinarias como agrícolas (Llorente. 1989).

Este producto es una tira de 25x3cm, formado por un polímero de liberación lenta. Su aplicación se recomienda antes del primer flujo de néctar en primavera, o en otoño después de la última cosecha de miel. La tira debe suspenderse en la cámara de cría, entre el tercer y cuarto marco y entre el séptimo y octavo, para las colmenas de 10 marcos. La duración del tratamiento óptimo es de seis semanas, garantizando el 99.9% de efectividad (Llorente. 1989).

2.1.20.2 Rotenona

Es un piretroide de origen natural insoluble en agua, que se extrae de diversas leguminosas, funciona como un acaricida de amplio espectro (por contacto o ingestión) con resultados neurotóxicos al inhibir la respiración celular. Su toxicidad apícola es muy baja y ofrece la gran ventaja de una manipulación prácticamente inocua para el apicultor (Franco. 2009).

2.1.20.3 Aceite de Nim

Este compuesto que actúa sobre la metamorfosis y la fecundidad de los ácaros, muestran una eficacia reducida (21,8%) con una evolución irregular de las colmenas y una buena toxicidad general, excepto para las larvas. Altera las colonias y sólo puede ser aceptable a largo plazo si se plantea una acción sistémica del producto (Franco. 2009).

- a) Componentes químicos del aceite de Nim El Nim contienen varios miles de componentes químicos, de especial interés son los terpenoides, compuestos por C, H y O₂; la presencia del oxígeno hace esos compuestos más solubles en agua, metanol o etanol que en hexano, gasolina u otros solventes similares. Actualmente se conoce de la existencia de unos 100 terpenoides. El más activo es la azadiractina (Franco. 2009)

2.1.20.4 Ácido fórmico

Compuesto orgánico presente en la naturaleza que puede ser encontrado en diversos organismos, actúa por evaporación alcanzando tanto a los ácaros que se encuentran sobre la abeja adulta como a los que están en fase reproductiva, es posible que se produzca una parada de la postura de la reina y una inhibición respiratoria en las larvas de abejas de menor edad, lo que provocaría la muerte de la cría en general, la toxicidad del ácido fórmico está dada por tres variables que deben ser tenidas muy en cuenta en el momento de la aplicación: la concentración del ácido, la temperatura y el tiempo de exposición de los ácaros a los vapores producidos por el mismo (Vandame. 2000).

2.1.20.5 Eucalipto (*Eucalyptus Camaldulensis* Dehnh)

Es un árbol de la familia Myrtaceae originario de Australia, es uno de los árboles más conocidos de la flora australiana ya que por su rápido crecimiento se ha extendido por todo el mundo para su aprovechamiento industrial, es un árbol grande de 30-40 metros, aunque en su hábitat puede alcanzar los 100 metros de altura, el tronco posee una corteza que se exfolia en láminas. Las hojas son enteras, coriáceas y perennes, variando según la edad. En las ramas jóvenes son ovales pareadas y sésiles y en las viejas son arqueadas, alternas, más pecioladas y colgantes, tiene grandes conjuntos florales sin pétalos en forma de urna que se abren por arriba cuando tiene gran cantidad de estambres. (Franco. 2009).

a) Principios activos del aceite esencial de Eucalipto.

Contiene cineol o eucaliptol, monoterpenos (alfa-pineno, p-cimeno, limoneno, felandreno) y aldehídos (butiraldehído, capronaldehído); azuleno y triterpenos derivados del ácido ursólico; así como taninos, resina y la flavona eucaliptina, (Hidalgo, 2011).

2.1.20.6 Orégano (*Lippia graveolens* HBK)

Es una hierba perenne, que crece de 20 a 80 cm de altura, con hojas opuestas de 1 a 4 cm de largo. Las flores son púrpuras, 3-4 mm (0.12-0.16 en) de largo, producido en picos erectos (Vásquez, 2012).

a) Principios activos del aceite esencial de orégano.

Contiene grandes cantidades de timol y el carvacrol, siendo estos compuestos fenólicos naturales, considerados como antioxidantes, agentes antifúngicos y antibacteriales, acaricidas, con propiedades analgésicas, antiacné, antiespasmódicas, deodorantes, dermatigénicas, expectorantes, insecticidas, larvicidas, pesticidas y vermicidas. (Vásquez, 2012).

2.1.20.7 Acido oxálico.

Es un compuesto químico orgánico que sufre una rápida degradación, se encuentra presente en la naturaleza en frutas, en algunas plantas y hasta la miel contiene pequeñas cantidades de este ácido. Es decir que al utilizarlo contra Varroa y por ser degradable, no contamina la miel este producto puede aplicarse de diferentes formas las cuales son; mediante atomización, chorreado con jeringa en medio de los marcos, en ambos casos la concentración del ácido oxálico será del 0.05% a una temperatura 12°C es posible que exista mortalidad de abejas (Vandame. 2000).

a) Principales características del ácido oxálico.

Formula química, $C_2H_2O_4$; M, 126.03g/cm³: Densidad específica (20 °C), 1.65 g/m³: densidad aparente -900kg/m³: solubilidad (H₂O, 20 °C), 102g/l; ph (50g/l, H₂O, 20 °C) -0.7; punto de fusión 101 °C y su punto de ebullición es de 150 °C (Merck 1999)

2.2 Marco referencial.

2.2.1 Ubicación del ensayo

El caserío Tierra Blanca se encuentra ubicado al sur-este de la cabecera Municipal, Se localiza a una altura aproximada de 2,554 msnm. Su *latitud* norte es “1650973” y su *longitud* oeste es “0627491”, el mismo está a una distancia de 15 kilómetros de la cabecera departamental de San Marcos y a una distancia de 261kilómetros de la ciudad capital. SEGEPLAN (2009)

El caserío limita al norte: con el caserío el paraíso del municipio de Esquipulas Palo Gordo, al sur: con Ixtagel del municipio de San Marcos, al este: con la aldea Las Lagunas del municipio de Man Marcos, al oeste: con la aldea Tánil del municipio de Esquipulas Palo Gordo.

2.3 Estado del arte

A) Investigaciones realizadas con aceite esencial de timol y eucaliptol (ingredientes activos del orégano y eucalipto).

En Guatemala no existe información de la utilización de tallos de orégano (*Lippia graveolens* HBK) y hojas de eucalipto (*Eucalyptus Camaldulensis Dehnh*) como combustible en los ahumadores como fumigantes para el control del ácaro *Varroa*.

En México se registra un estudio del Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional (CIIDIR), unidad Durango, del Instituto Politécnico Nacional (IPN) comprobó que el tallo del orégano ayuda a disminuir las poblaciones del ácaro varroa

(*Varroa destructor*), parásito causante de la varroasis en las abejas, una de las plagas más devastadoras de la producción de miel, la investigación lleva como nombre: “Evaluación del humo de orégano (*Lippia graveolens* HBK) como alternativa para el control de *Varroa destructor*”, Martha Celina González Güereca, Isaías Chaírez Hernández y Gerardo Pérez Santiago.

Llorete, J, et, al. (1996), reporta que, en su investigación, mediante la aplicación de 10g de timol pulverizado y homogenizado sobre papel aluminio abierto y colocado sobre la parte superior de los cuadros, con cuatro aplicaciones con intervalo de 7 días, Obtuvo eficacia del 99.2%. En el control de la *Varroa* en *Apis mellifera*. Cabe destacar que las colmenas estaban infestadas naturalmente sin recibir tratamiento alguno durante 12 meses, además en el momento del ensayo no había presencia de cría.

Carmona, M, et, al. (1999), reporta que en su investigación se utilizó 10 g disuelto en aceite de oliva, para la disolución del timol se tomó en cuenta la solubilidad recogida en el Merk Index, 1g de timol se disuelve en 1,7 ml de aceite de oliva a 25° C, para lo cual se calentó 85 ml de aceite hasta 70° C y se les añadieron 50 g de timol cristal, pureza 99,9% obtenido una solubilidad del timol por completo a los 52°C, solución que fue colocada en esponjillas de floristería en forma de pastilla de 9 cm de diámetro por 2.5 cm de alto, las pastillas fueron introducidas en placa Petri de poliestireno una vez sobre la placa se añadió encima la cantidad de aceite con timol correspondiente y se precintaron las placas para facilitar su transporte al colmenar y evitar la evaporación del timol, mientras que para la dosis de 15g se preparó de la misma manera a lo anterior (disolviendo 75 g de timol en 127,5 ml de aceite de oliva), concluyendo que el timol en las cantidades necesarias (10 y 15 g de timol disuelto en aceite de oliva) produce un control adecuado de esta parasitosis y no interfiere en la ovoposición de la reina cuando la temperatura exterior se encuentra entre 10 y 25 °C,

May, J. et, al. (2004), reporta que para el control de la *Varroa* se realizó mediante la aplicación de dos charolas conteniendo un gel de timol al 25%, donde una charola se aplicó al inicio del estudio y una segunda charola se aplicó 15 días después (simple dosis); y aplicación de cuatro charolas conteniendo un gel de timol al 25%, donde dos charolas se aplicaron al inicio del estudio y otras dos charolas se aplicaron 15 días después (doble dosis), obteniendo resultados favorables para simple dosis ya que se logró una eficacia del 97-94% en la eliminación de los ácaros presentes en las abejas adultas y la cría, lo que disminuye el costo total del tratamiento comparado con la aplicación de dos charolas el mismo día (4 charolas en total).

Judith et al (2004) utilizó doce núcleos de colmenas tipo Langstroth en los cuales suministro 106ml de esencia de eucalipto, embebidos en una esponja de 23x10 cm insertada sobre un sobre ventilado, de fibra de vidrio y colocada sobre las barras superiores de los panales del nido de cría, los ácaros muertos post tratamiento fueron registrados a las doce

horas y posteriormente cada 24 horas durante el ensayo, los datos colectados fueron analizados mediante pruebas no paramétricas de Kruskal-Wallis y la prueba de la mediana concluyendo que la esencia de eucalipto es efectiva en el control del ácaro *Varroa*.

Villalobos, OA. (2013) recomienda la utilización de extracto de eucalipto en el control del ácaro *Varroa* aplicando 30cc por colmena cada siete días dirigidas cada una de las mismas a la cámara de cría recomendando su aplicación en época de lluvia.

B) Investigaciones realizadas a base de Acido oxálico.

Silva, A. (2006), reporta que para su investigación se seleccionaron abejas adultas infestadas naturalmente al 5 %, las cuales fueron sometidas a tres tratamientos con cuatro aplicaciones cada 5 días, con concentraciones diferentes del producto en estudio (5 %, 10% y 20 %), mismos que fueron diluidos un jarabe azucarado al 50% obteniendo eficacias del 96.2, 97.9 y 96.4%, para los tratamientos.

Según Charriere, et al. (2002), citado por Silva, A. (2006), encontraron eficacias mayores al 95% al aplicar concentraciones del ácido oxálico de 3, 3.7 y 4.5%, cabe destacar que estos autores encontraron que la adición del ácido en solución azucarada tiene una mejor efectividad sobre el control de *varroa* y, además, el producto es mejor tolerado por las abejas. Es así como la aplicación de una solución azucarada en concentración 1:1 (azúcar/agua) con un 4.5% de ácido oxálico, es mejor tolerado por las abejas y tiene mayor efectividad.

Según Mariani, F, et al. (2002), citado por Silva, A. (2006), reporta eficacias sobre el 81% aplicando soluciones azucaradas al 33% con un 7% de ácido oxálico, tres veces a intervalos de 7 días.

Según Arculeo, P. (2000), citado por Silva, A. (2006), señala eficacias de 94.1% sin cría de abejas y 82.8% con cría, para la aplicación del ácido al 10% en solución azucarada 1:1, y 87% sin cría, para concentraciones del ácido al 7% en jarabe 1:1.

3 OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL

Evaluar el control del ácaro *Varroa destructor* en abejas utilizando humo proveniente de Orégano (*Lippia graveolens* HBK), y Eucalipto (*Eucalyptus camaldulensis*).

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- 1) Determinar la eficacia de las aplicaciones de humo de orégano y eucalipto para el control del ácaro *Varroa destructor*.
- 2) Determinar el efecto de toxicidad del humo de orégano y eucalipto dentro de las colmenas.

4 HIPÓTESIS

Hipótesis alternativa (H_1)

- Al menos uno de los tratamientos disminuirá de manera significativa la cantidad de ácaro *Varroa destructor*.

Hipótesis nula (H_0)

- Ninguno de los tratamientos disminuye las poblaciones de ácaros *Varroa destructor* en las poblaciones de abejas

5 MATERIALES Y MÉTODOS

5.1 Materiales de ensayo

5.1.1 Material biológico

Consistente en 25 colonias de abejas europeas *Apis mellifera* L, infestadas con *Varroa destructor*, en un nivel superior o igual al 5 %.

5.1.2 Material botánico

5.1.2.1 Olote.

Material botánico utilizado en cualquier apiario por su capacidad de producir humo, el cual no desprende olores tóxicos y contaminantes tanto para la abeja como para la miel. Para este caso se utilizó olote proveniente de la variedad compuesto blanco, ya que es este tipo de maíz el que se siembra dentro de la localidad, aunque para esto puede utilizarse olote proveniente de cualquier localidad, así como de cualquier variedad.

5.1.2.2 Tallos, hojas y flores de orégano (*Lippia graveolens* HBK)

Se recolectaron cuando la planta se encontraba en plena floración ya que en este momento la planta cuenta con altos contenidos de aceites esenciales, una vez recolectadas se extendieron en un área abierta para secarla, posteriormente se separaron las hojas y flores del tallo mediante paleado y encostado.

5.1.2.3 Hojas de eucalipto y semillas (*Eucalyptus camaldulensis*)

Se recolectaron semillas y hojas tiernas las cuales en ese momento la planta cuenta con altos contenidos de aceites esenciales, una vez recolectadas se extendieron en un área abierta para secarla, posteriormente se almacenó en costales plásticos.

5.1.3 Material apícola Utilizado.

- 25 colmenas tipo Langstroth, con sus respectivos, pisos, entretapas, techos y 10 panales.
- Traje apícola compuesto por velo, guantes y overol.
- Instrumentos para la revisión de la colmena palanca Root, ahumador y material botánico.
- Otros materiales como: Vaso plástico tipo copa de 250 ml, vaselina sin olor y color, marcadores de tinta permanente, 25 charolas de lámina galvanizada de 35 x 55 cm, numeradas y cuadradas en cuadros de 10x10 cm, 4 litros de alcohol etílico al 70%, papel absorbente, 5 jeringas, una brocha y 3 lupas.

6 Metodología.

6.1 Descripción del método experimental.

Para realizar el experimento se utilizó el diseño Bloques al Azar con la utilización de cinco tratamientos y cinco repeticiones.

El análisis estadístico es fácil, aun si el número de repeticiones no es el mismo para todos los tratamientos, o si los errores experimentales difieren de uno a otro y aun cuando los datos de algunas de las unidades o algunos tratamientos completos se hayan perdido, o se rechacen por alguna causa, el método de análisis sigue siendo sencillo.

Por otra parte, la pérdida relativa de información debida a los datos faltantes, es de menor importancia que en cualquier otro diseño. (Cochran et al. 2004).

6.2 Modelo Estadístico del Diseño en Bloques Completos al Azar.

$$Y_{ij} = U + T_i + B_j + E_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} =variable de respuesta.

U = promedio general.

T_i = efecto del i -ésimo tratamiento.

B_j =efecto del j -ésimo bloque.

E_{ij} = error experimental asociado a la i - j ésima unidad experimental.

6.3 Unidad experimental

Para realizar esta investigación fueron evaluados cinco Tratamientos y cinco Bloques en total se contaron con 25 unidades experimentales, cada unidad experimental estuvo constituida por una colmena los cuales se presentan en la siguiente tabla.

Cuadro No. 2 Tratamientos Evaluados.

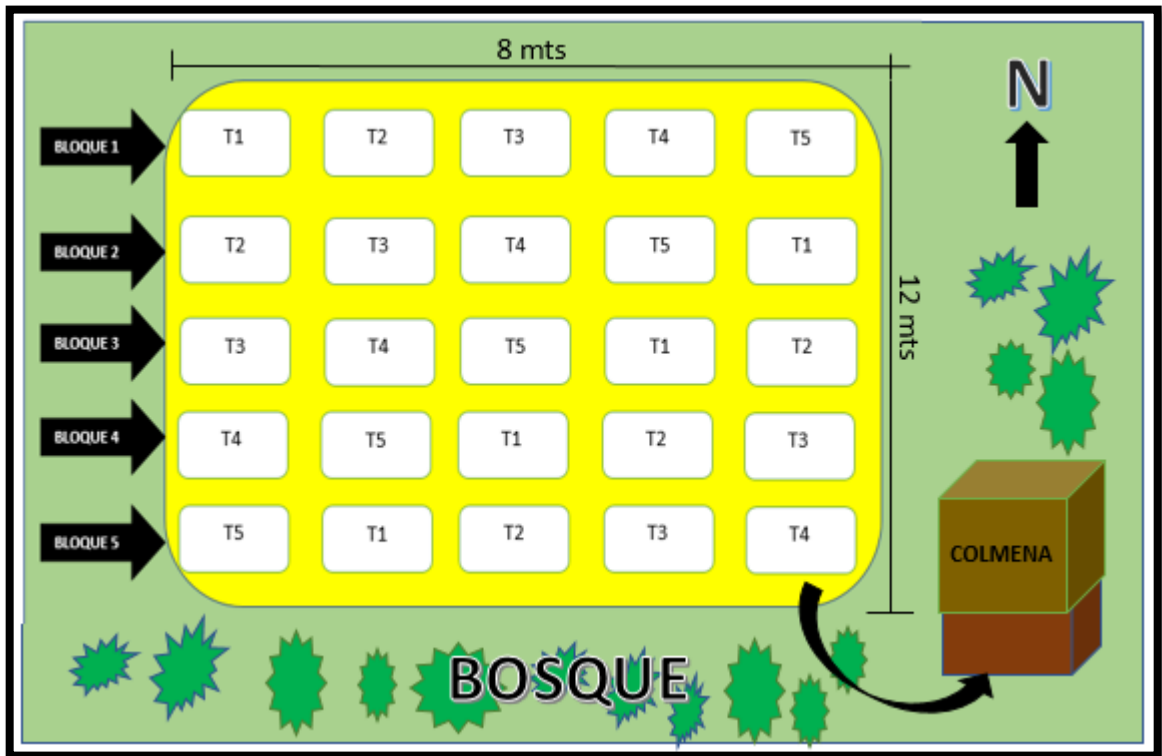
Tratamiento	Material botánico/orgánico	Ingredientes Activos.	Dosis
T1	Testigo absoluto (no se aplicó ningún producto).	-----	-----
T2	Acido oxálico	Acido oxálico	40 ml/colmena
T3	Humo de Orégano.	Timol+carvacrol	0.28 gr/colmena
T4	Humo de Eucalipto.	Eucaliptol	0.23 gr/colmena
T5	Humo de Orégano y Eucalipto.	Timol+carvacrol/ Eucaliptol	0.255 gr/colmena

Fuente: elaboración propia (2018).

6.4 Aleatorización de los tratamientos.

La distribución al azar de cada uno de los tratamientos en cada uno de los bloques se observa en la figura siguiente:

Figura No. 1 aleatorización de los tratamientos.



Fuente: elaboración propia (2018)

6.5 Variables independientes.

Se evaluaron dos materiales botánicos más la combinación de los mismos en el control alternativo de Varroa, comparado con el ácido oxálico.

6.6 Variables dependientes

1. Niveles de infestación inicial del ácaro.
2. Eficacia de los tratamientos a evaluar en las colmenas.
 - 2.1 Cantidad de Varroa muerta expresada en número de ácaros eliminados.
 - 2.2 Cantidad de Abeja muerta expresada en número de abejas muertas por efecto de los tratamientos.
3. Niveles de infestación en colmenas al final del estudio

6.7 Manejo del experimento.

- a) Se procedió a ordenar las colmenas de acuerdo a la aleatorización de tratamientos como se indica en la figura 1.
- b) 7 días pre-aplicación de los tratamientos. Se realizó un diagnóstico inicial de infestación utilizando el método descrito por David De Jong llamado método de doble tamiz o lavado de abejas (ver subtítulo 4.1.18 pág. 12). Este procedimiento se realizó en cada una de las colmenas con la finalidad de obtener el nivel de infestación de cada una las repeticiones con el propósito de homogenizar cada bloque.

c) Preparación de los tratamientos.

- Preparación del ácido oxálico: tal como lo recomiendan (Vandame 2000), para la preparación del ácido oxálico se utilizaron dos libras de azúcar, más un litro de agua por 85 gramos de ácido oxálico. El azúcar es utilizado como un medio de transporte para que el ácido oxálico tenga mejor cobertura dentro de la colmena.
- Preparación de los materiales botánicos: se procedió a depositar 142 gramos de una mezcla de tallos hojas y flores de orégano en el ahumador uno, 110 gramos de una mezcla de partes iguales de hojas y semillas de eucalipto en el ahumador dos y 70 gramos de mezcla de tallos hojas y flores de orégano más 55 gramos de hojas y semillas de eucalipto en el ahumador tres.

Observaciones.

- 1) En cada uno de los tratamientos donde se hizo uso del ahumador, se dejó justo por en medio del material botánico un trozo de carbón vegetal previamente encendido con la finalidad de facilitar la combustión de la mezcla.
- 2) La cantidad en gramos de cada uno de los materiales botánicos utilizados fue dada por la capacidad de cada uno de los ahumadores y por la densidad de los materiales utilizados (0.50 gr/cc del orégano y 0.39 gr/cc del eucalipto).

d) Aplicación de los tratamientos.

Aplicación del ácido oxálico.

Se procedió a retirar la tapa y la entretapa de la colmena seguidamente se procedió a rociar sobre las abejas entre los bastidores con la ayuda de una jeringa de 5ml el jarabe de azúcar que contiene el ácido oxálico aplicando un total de 40 ml por cada una de las colmenas tratadas, se realizaron 5 aplicaciones en intervalos de cuatro días terminando la serie de aplicaciones en 20 días.

Aplicación de humo.

Se realizaron tres aplicaciones de humo a través de la piquera y tres aplicaciones en la parte superior de las alzas, sin revisar la colmena, procedimiento realizado con cada uno de los materiales botánicos sometidos a evaluación en cada una de las colmenas correspondientes. las aplicaciones de humo se realizaron en intervalos de cuatro días durante 20 días haciendo un total de 5 aplicaciones.

e) Toma de datos.

- En cada colmena se introdujo por la piquera, una charola de lámina galvanizada de 35 x 55 cm, desinfectada con alcohol al 70% e impregnada con una capa muy delgada de vaselina neutra (sin olor y color) numeradas y cuadrículadas en cuadros de 10x10 cm, Se procedió a retirar las charolas impregnadas de vaselina transcurrido 24 horas.
- Las lecturas efectuadas se realizaron al momento de ser retiradas las charolas de las colmenas, para facilitar el conteo de las varroas controladas, se utilizó una lupa con un lente de 3x de aumento.

f) Diagnostico final.

Después de haber realizado las 5 aplicaciones de cada uno de los tratamientos evaluados se procedió a realizar el diagnóstico final (método doble tamiz) de infestación de las colmenas el cual se realizó en cada una de las unidades experimentales.

6.8 Variables de respuesta.

Niveles de infestación inicial y final del ácaro: el porcentaje de infestación de *V. destructor* en abejas adultas se determinó a través del conteo de ácaros en estado forético y abejas presentes en cada muestra, aplicando la siguiente fórmula (Llorente et al. 1989).

$$\% \text{ Infestación} = (\text{n.}^\circ \text{ Varroas} / \text{n.}^\circ \text{ de abejas}) \times 100$$

La efectividad de los tratamientos se obtuvo a través de conteo de abejas muertas después de cada aplicación de los tratamientos seguidamente se sometieron los datos a un análisis estadístico para descartar la muerte de las abejas por dosis empleadas en el ensayo, con relación a la caída de *Varroa*. Se calculó utilizando la siguiente fórmula (Llorente et al. 1989).

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

Análisis de resultados: Los resultados obtenidos fueron sometidos a un análisis de varianza, para este caso se utilizó el software, INFOSTAT debido a la significancia se utilizó las pruebas de Tukey y DMS ($p=0.5\%$)

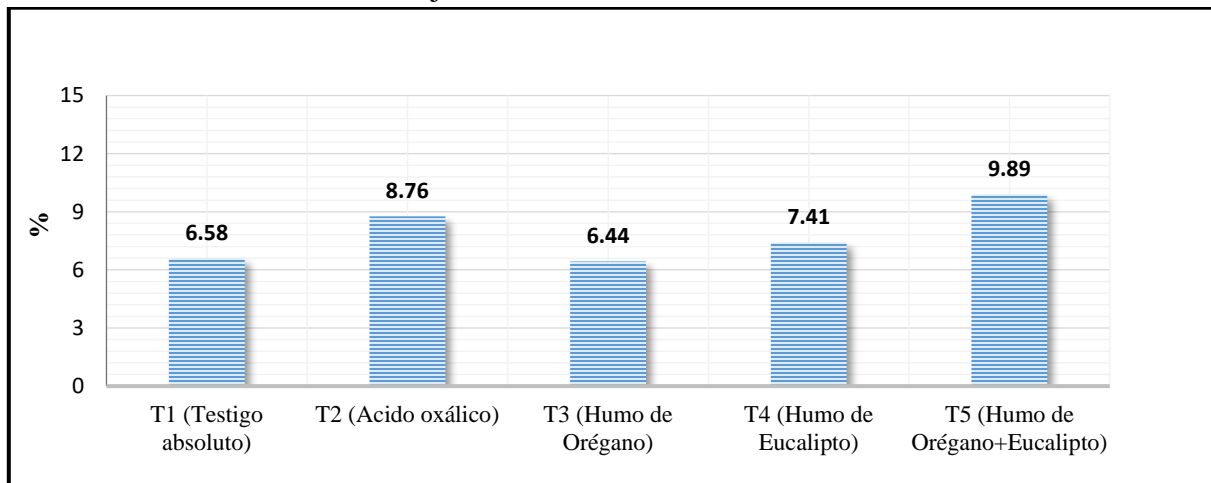
7 PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.

El objetivo general de este ensayo fue evaluar el efecto de la aplicación del humo de orégano (*Lippia graveolens* HBK) y eucalipto (*Eucalyptus camaldulensis*), como control alternativo del ácaro *Varroa* en colmenas de abejas *A. mellifera*. A continuación, se presentan los resultados y análisis, obtenidos a nivel de campo.

7.1 Niveles de infestación inicial.

Antes de la aplicación de los tratamientos fue preciso realizar una línea base como punto de partida, por esta razón se hizo el cálculo del porcentaje de infestación inicial, igual o superior al 5% de infestación de ácaro (Vandame, 2000). Resultados que se detallan en la gráfica 1.

Gráfica No. 1 Porcentaje de infestación inicial del ácaro *Varroa destructor*.



Fuente: elaboración propia con datos obtenidos en campo (2018).

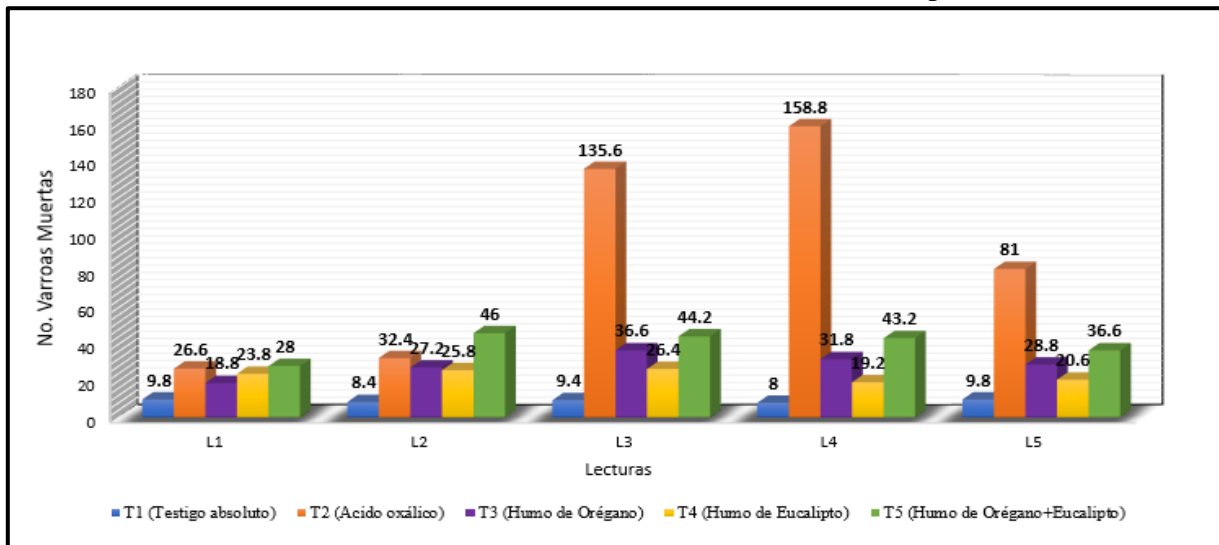
De acuerdo a la gráfica 1, los niveles de infestación para todos los tratamientos supera el 5%, siendo justificable realizar un control del ácaro (*Varroa destructor*). De acuerdo con Vandame (2000) existen tres categorías de infestación, siendo estas: baja de 0 a 5 %, en el cual no es justificable realizar un control; media de 6 a 10 %, donde el control no debe demorarse a más de un mes y alta, superior al 10%, donde se hace necesario un tratamiento de inmediato.

Haciendo un análisis del porcentaje de infestación se determinó que las unidades experimentales se encuentran en un rango de infestación permisible (superior al 5%) para la aplicación de los tratamientos en las colmenas, además; el porcentaje de infestación no difiere más allá del 3.45% entre los tratamientos, lo que significa que no existe una diferencia significativa que podría ocasionar sesgos en la investigación.

7.2 Número de Varroas muertas en cada aplicación por tratamiento

Los resultados obtenidos por el efecto de los tratamientos se presentan a continuación en base a como afectaron a las variables objetos de estudio.

Gráfica No. 2 Número de ácaros (Varroa destructor) controlados por tratamiento.



Fuente: elaboración propia, datos obtenidos en campo (2018).

En la gráfica No. 2. se observa las cinco lecturas posteriores a cada una de las aplicaciones de los tratamientos evaluados en la investigación, en donde T1(testigo absoluto), mantuvo una mortalidad de entre 8 y 9 ácaros en promedio, esto se puede deber a que la abeja a través del hábito normal de limpiarse e intentar desprenderse de la Varroa adherida, consigue deshacerse de ella, además de la muerte natural del ácaro.

En el caso del T2 (ácido oxálico), durante las primeras dos aplicaciones no se observaron diferencias con relación a los otros tratamientos, esto probablemente se debió a que, para inicios de la investigación se contaba con suficiente cría operculada, lo que tiende a disminuir la eficacia del ácido oxálico, por ser este un producto de contacto (Charriere et al. 2002), sin embargo; de la tercera a la quinta aplicación se observa un alto índice de varroas muertas, esto debido a que una parte de la cría operculada completó su ciclo y coincidió con el nacimiento de nueva abeja dando como consecuencia un alto número de ácaros muertos por efecto del mismo.

El ácido oxálico, por lo tanto, suele brindar mejores resultados en épocas donde la postura dentro de las colmenas disminuye, sin embargo, cuando la postura aumenta este disminuye su efectividad, al ser un producto de contacto Gregorc (2005).

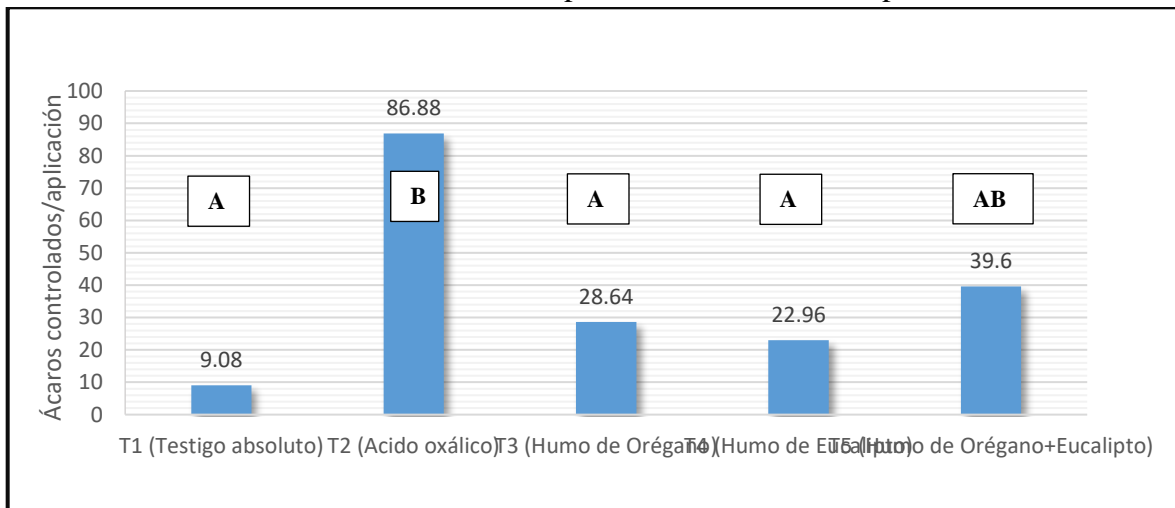
De los tratamientos a base de humo evaluados se observa que el tratamiento que resulta de la combinación de orégano+eucalipto es el que mejor resultados ofrece a diferencia de aplicarlos por separado.

Al realizar el ANDEVA (cuadro 4) para los tratamientos evaluados se observa diferencia significativa entre tratamientos, por lo tanto, se procedió a realizar la prueba de medias de Tukey (grafica 3).

Cuadro No. 3 Análisis de la varianza para la variable mortalidad de Varroa

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	21397.93	8	2674.74	3.92	0.0097
TRATAMIENTOS	17701.89	4	4425.47	6.48	0.0027
BLOQUES	3696.04	4	924.01	1.35	0.2937
Error	10926.12	16	682.88		
Total	32324.05	24			

Gráfica No. 3 Prueba de medias para cada Tratamiento/Aplicación.



Fuente: elaboración propia, datos obtenidos en campo (2018).

La gráfica No. 3 demuestra que el ácido oxálico fue significativamente superior a todos los tratamientos, así mismo, se observa que el tratamiento cinco (humo de orégano+eucalipto) controló en promedio 39.6 ácaros por aplicación, por lo que son estos dos tratamientos las mejores opciones para el control de Varroa. No obstante, haciendo una comparación entre estos productos, el ácido oxálico puede provocar toxicidad y por consiguiente mortalidad en las abejas como se muestra en la gráfica 4.

Tanto el orégano como el eucalipto, son productos orgánicos, de fácil adquisición y aplicación y que no representan toxicidad para las abejas, por lo que el tratamiento cinco, es el

mejor de las opciones desde el punto de vista natural y ecológico para la población de abejas, pero en el control de *Varroa*.

El que más rápido controla es el ácido oxálico con el agravante que genera efectos negativos en las poblaciones de abejas.

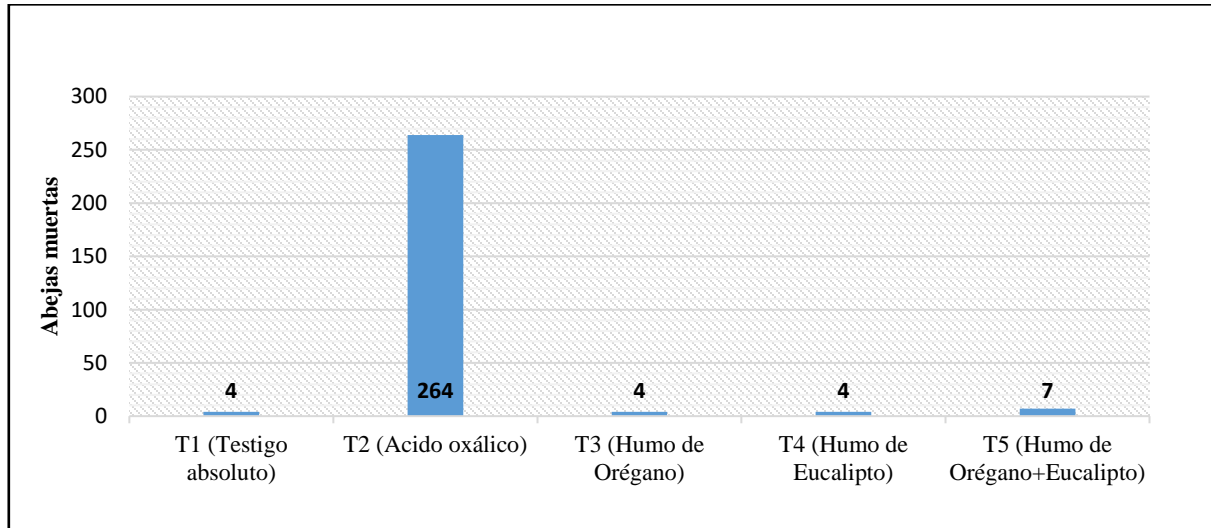
7.3 Mortalidad de abejas

El estudio de esta variable pretende mostrar si existe o no efecto de mortalidad de las abejas al estar en presencia del ácido oxálico, humo de orégano, eucalipto y combinación de los dos últimos.

Es importante señalar que la utilización de productos acaricidas, idealmente, no deben provocar la mortalidad de abejas, y si esto ocurre, esta debe ser mínima, de manera que no afecte substancialmente el bienestar de la colmena. Haciendo uso de productos acaricidas como: orégano, eucalipto y ácido oxálico para el control de *Varroa*.

En el presente estudio se pudo determinar el efecto de estos productos con relación a la mortalidad de las abejas dentro de la colmena, mismos que se muestran en la gráfica siguiente.

Gráfica No. 4 Mortalidad de abejas por efecto de los tratamientos.



Fuente: elaboración propia, datos obtenidos en campo (2018).

En la gráfica No 4 se puede observar que la aplicación de los tratamientos utilizando productos naturales como el orégano y el eucalipto y la combinación de los mismos como método de control alternativo de *Varroa* no presentan efectos de toxicidad que puedan provocar la muerte de las abejas.

Sin embargo; para el caso del tratamiento 2 (ácido oxálico), la gráfica demuestra que este producto presenta un alto número de abejas muertas (264) lo cual evidencia un efecto de toxicidad para las abejas. Esto coincide con lo planteado por R. Martín et, al. (2007), quien en su estudio sobre la toxicidad del ácido oxálico para *Apis mellifera*, determinó que si existe cierta toxicidad en las abejas al tener contacto con este producto.

Al realizar el ANDEVA para la variable mortalidad de abejas se demuestra que existe una diferencia significativa entre el ácido oxálico (T2) con respecto a los demás tratamientos, según se muestra en el cuadro No 5.

Cuadro No. 4 Análisis de la varianza para la variable mortalidad de abejas.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	545.09	8	68.14	2.41	0.0642
TRATAMIENTOS	430.20	4	107.55	3.80	0.0235
BLOQUES	114.89	4	28.72	1.01	0.4293
Error	453.05	16	28.32		
Total	998.14	24			

Por lo tanto, se procedió a realizar la prueba de Tukey para determinar cuál de ellos presentan mayores índices de toxicidad en abejas.

Cuadro No. 5 Mortalidad promedio de abejas por efecto de los tratamientos.

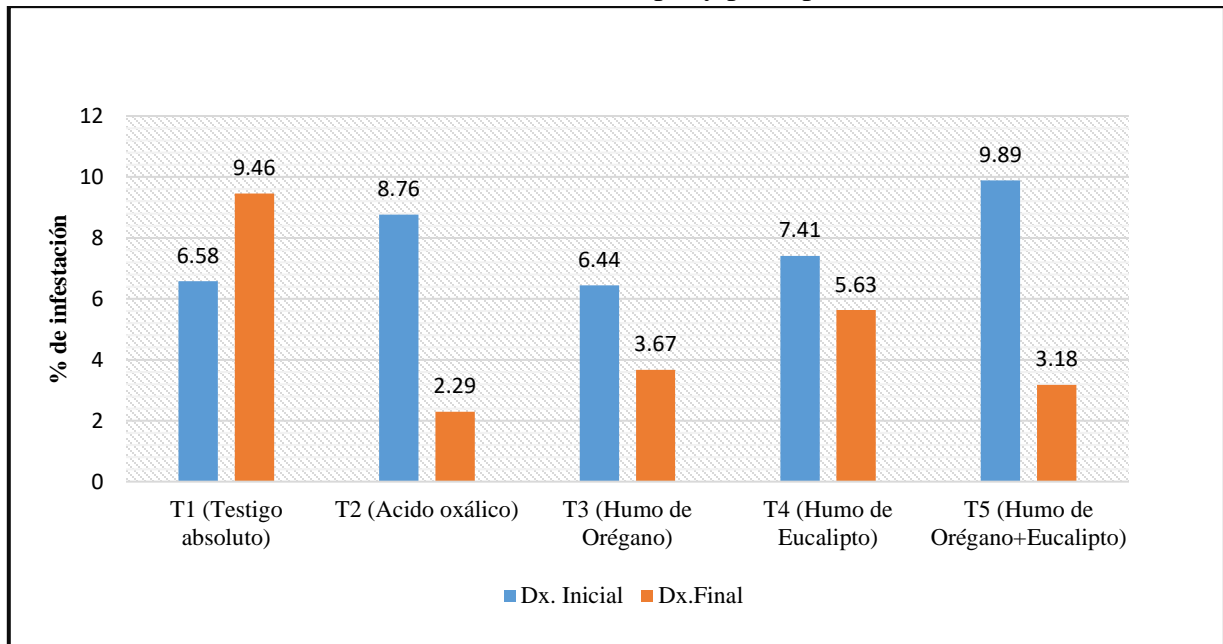
Tratamientos	Promedio abejas muertas/aplicación	D.M.S. 5%=50.42555
Testigo absoluto	0,80	A
Humo de Eucalipto	0,80	A
Humo de Orégano	0,80	A
Humo de Orégano y Eucalipto	1,40	A
Testigo relativo	52,80	B

Tal como lo demuestra la prueba de medias, los productos como: orégano, eucalipto, y la combinación de estos, no poseen ningún efecto de toxicidad para las abejas, a diferencia del ácido oxálico, que presenta efectos de toxicidad ya que es un producto de contacto que puede producir irritaciones locales importantes, a tal punto de causarle la muerte a las abejas, tal como lo indica Peter G. (2007).

7.4 Nivel de Infestación Final.

Para poder determinar la efectividad de cada uno de los tratamientos, después de realizadas las 5 aplicaciones; fue necesario determinar los niveles de infestación final, es decir; la cantidad de *Varroa* expresada en porcentaje, presente dentro de las colmenas después del efecto de cada uno de los productos aplicados.

Gráfica No. 5 Niveles de infestación del ácaro pre y post aplicación de los tratamientos.



Fuente: elaboración propia, datos obtenidos en campo (2018).

En la gráfica No. 5, se puede observar que los tratamientos que alcanzaron una mayor reducción del porcentaje de infestación después de efectuadas las cinco aplicaciones son: el testigo relativo (T2) quien redujo el 6.47% de la infestación, y la combinación de orégano+eucalipto (T5) que alcanzó un 6.71% de reducción de la infestación, por tanto; estos dos tratamientos constituyen las mejores opciones para reducir y/o controlar los niveles de infestación de *Varroa destructor* en *Aphis mellifera*. Por otra parte, los otros tratamientos (orégano y eucalipto por separado) tuvieron una reducción de la infestación mucho más baja que va del 1.78 al 2.77% y por el contrario el testigo absoluto, donde no se realizó la aplicación de ningún tratamiento; en vez de reducir la infestación esta aumentó en un 2.88%, lo que indica que sí es necesario tomar medidas de control para este parásito y evitar que los niveles de infestación aumenten y por consiguiente disminuya la producción de las colmenas.

7.5 Eficacia de los tratamientos.

Este resultado se midió en base a los niveles de infestación inicial y final, como datos base para su cálculo.

En el Cuadro 7 se puede observar que el mayor porcentaje de eficacia lo obtuvo el tratamiento efectuado con ácido oxálico, siendo éste estadísticamente similar al humo de orégano+eucalipto, pero distinto a todos los demás tratamientos realizados.

Cuadro No. 6 Eficacia de los tratamientos.

Tratamiento	Diagnóstico inicial	Diagnóstico final	Eficacia
T1	6,58	9,46	(-) 43,77
T4	7,41	5,63	(+) 24,02
T3	6,44	3,67	(+) 43,01
T5	9,89	3,18	(+) 67,85
T2	8,76	2,29	(+) 73,86

Fuente: elaboración propia, datos obtenidos en campo (2018)

Respecto a la eficacia obtenida por el ácido oxálico, este se encuentra entre los rangos obtenidos por otros autores como Marinelli et al., (2004) quien señala una eficacia de 80.6% para el ácido oxálico.

El ácido oxálico obtuvo un porcentaje de eficacia del 73.86% comparado con el tratamiento cinco (humo de orégano+eucalipto) el cual obtuvo un 67.85%, siendo estos dos los de mejor control ante los tratamientos restantes (T3 y T4), por otro lado, el tratamiento uno (testigo absoluto) obtuvo una efectividad negativa del 43.77% de infestación, lo que indica que en vez de disminuir la infestación aumentó un 2.88%.

8 CONCLUSIONES.

1. La utilización de humos de orégano y eucalipto alcanzaron una efectividad del 43.01% y 24.02% respectivamente, para el control del ácaro *Varroa destructor* en *Apis mellifera*, y la efectividad se maximiza hasta un 67.85%, cuando se hace una combinación entre ambos productos (orégano+eucalipto). Por tanto, se rechaza la hipótesis nula, al existir diferencias estadísticamente significativas para el control de varroa, por cada uno de los tratamientos evaluados.
2. La utilización de ácido oxálico fue eficaz (73.86%) para controlar los niveles de infestación de *V. destructor*, sin embargo; este producto demostró que posee efectos de toxicidad ya que se obtuvo un promedio de 52 abejas muertas cada vez que este se aplicaba dentro de las colmenas.
3. Los tratamientos orégano y eucalipto, no presentaron efecto tóxico en las abejas melíferas; por lo que se concluye que estos productos no presentan peligro o amenaza para la apicultura.

9 RECOMENDACIONES.

1. Se recomienda validar en otras localidades y en otras épocas la incorporación del uso de orégano y eucalipto para el control del ácaro *Varroa destructor* en *Apis mellifera*, lo que permitirá sustentar los resultados de este ensayo permitiendo así, contar con un método alternativo para el control del ácaro.
2. El tratamiento con ácido oxálico debe de utilizarse en épocas de poca cría, ya que su uso puede inhibir la reproducción al influir en la temperatura dentro de la colmena, además el uso de este producto debe ser moderado debido a la toxicidad que pueda ejercer sobre las abejas.
3. Se recomienda implementar otras investigaciones utilizando otros tipos de plantas con características acaricidas

10 BIBLIOGRAFÍA

- 1) Arias M., JA; López, J; Martínez Á., A. 2011. Prevención de Varroosis y Suplementación. Primera edición Cuajimalpa, D. F., Reproducciones Instantáneas, S.A. de C.V. Quintana Roo, Sur No. 511, p.59.
- 2) Álvarez, FP; Padilla, F; Cuesta, A; López, AEC. 2003. Zoología aplicada. España, Ediciones Díaz de Santos. 493 p.
- 3) Bailey, L. 1984. Patología de las abejas. Zaragoza, España. Acribia. 139p.
- 4) Carmona, M. et al. 1999. Influencia del timol en la puesta de cría de la abeja melífera. Vida apícola. Consultado 19 de Mar. 2018 Disponible en <http://infobee.com.ar/files/docs/timol%20en%20cria.PDF>
- 5) Carón Dewey M. 2005. Manual práctico de apicultura (en línea). s.l., Wicwas Press LLC. Consultado 22 feb. 2018. Disponible en <http://food4farmers.org/wp-content/uploads/2012/08/MANUALDEWEY1.pdf>.
- 6) Casado, D; Rivera, A; García, E; Lorenzo, P; y García, J. 2002. Eficacia de tres tratamientos antivarroa en distintas zonas de Galicia. Vida Apícola (España) 111: 43-46.
- 7) Castillo, R. 1992. Varroasis, grave amenaza para la apicultura y la agricultura de nuestro país. Chile Hortofrutícola 5(26): 19-22.
- 8) Celina, G; Chaírez, H; Pérez G. 2015 Santiago Evaluación del humo de orégano (*Lippia graveolens* HBK) como alternativa para el control de *Varroa destructor*. consultado 1 de julio del 2017. Disponible en <https://www.debate.com.mx/prevenir/Combaten-con-humo-de-oregano-plagas-del-campo---20170817-0273.html>
- 9) Censo Nacional Agropecuario (2005, Guatemala). 2005. Ed. Barrientos García. Guatemala, Instituto Nacional de Estadística. 365 p.
- 10) De Jong, D; Goncalves, L; y Morse, R. 1984. Dependence on climate of the virulence of *Varroa jacobsoni*. BeeWorld (Inglaterra) 65(3): 117-121
- 11) Franco, G., CA. 2009. Evaluación de tres productos naturales para el control alternativo del ácaro varroa (*varroa destructor anderson & truman*). Licenciatura. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala. 106 p.

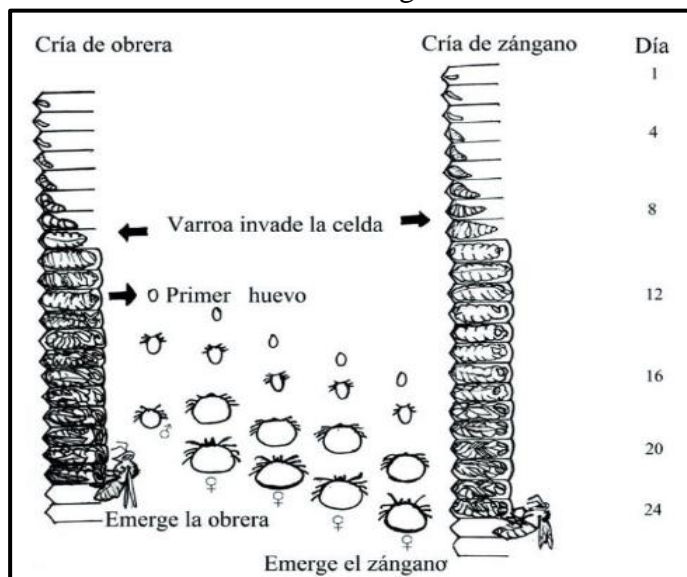
- 12) Fundación. 2017. Varroa. Page Version ID: 97231584. Consultado 8 jun. 2017. Disponible en <https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Varroa&oldid=97231584> (Wikipedia, la enciclopedia libre).
- 13) González'-Gómez, R; Otero-Colina, G; Villanueva-Jiménez, JA; Pérez-Amaro, JA; Soto-Hernández, RM. 2006. Toxicidad y repelencia de *Azadirachta indica* contra *Varroa destructor* (Acari: Varroidae). *Agrociencia* 40(6): 140.
- 14) Grobov, O. 1977. Varroasis de las abejas. In *Apimondia, la varroasis enfermedad de las abejas melíferas*. Apimondia, Bucarest. pp.52-78.
- 15) Hidalgo, M. 2011. El aceite de eucalipto o eucaliptol. Consultado 14 jun. 2017. Disponible, http://cerezo.pntic.mec.es/~jgarc247/2_bachto/anho_internacional_quimica/03eucaliptol.htm (Año internacional de la Química).
- 16) Jesús Llorente. 2014. Anatomía externa de las abejas (en línea, sitio web). Consultado 24 feb. 2018. Disponible en <https://abejas.org/anatomia-externa-de-las-abejas/>.
- 17) Judith; Ramon D; German V. (2004) Esencia de eucalipto para el control de *Varroa destructor* en colonias de *Apis mellifera* L. Licenciatura. instituto nacional de investigaciones agrícolas del estado de Lara. 55p.
- 18) Llorente, J. Higes, M. Suarez, M. 1996. Tratamientos con productos naturales contra *Varroa jacobsoni*. Estudio comparativo de varios compuestos. (Timol, Mentol, Alcanfor). II Congreso de la Sociedad Española de Agricultura Ecológica. Pamplona-Iruña.
- 19) Llorente M; Robles P; Salvachua G; (1989) Ensayo sobre la eficacia del acaricida fluvalinato (*Apistán*) contra la varroasis de la abeja melífera en presencia de cría, Cuadernos de Apicultura, 6, 14-16.
- 20) Kraus, B. 2000. Preferencias de *Varroa jacobsoni* por abejas (*Apis mellifera*) de diferente edad. *Vida Apícola* (España) 103: 49-55.
- 21) May, W. et al. 2004. Control del ácaro *varroa destructor* con un gel a base de timol, en colonias de abejas africanizadas (*Apis melífera* l.) Bajo condiciones de clima tropical en Yucatán, México. *Memorias del XVII Seminario Americano de Apicultura y 7 Expo-Apícola*; 2003 agosto 7-9 Aguascalientes México (DF) Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural, 2003: 158-160.

- 22) Moreno, A. s.f. 2006. Manual Control de Enfermedades Apícolas (Descripción, Diagnóstico y Tratamiento). Red Nacional Apícola, Chile. 60p.
- 23) Montaña, LGE; 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. *Veterinaria México* 38(1): 9-19.
- 24) Omar Argüello Nájera. (2010). Guía Práctica Sobre Manejo Técnico de Colmenas. Honduras: Lomas del Guijarro, calzada Llama del Bosque, s.e. 87 p. Consultado 22 feb. 2018.
- 25) Owen, J. 2017. Varroasis Acárida (Vita (Europe) Limited es un especialista en el control de acariasis y el cuidado sanitario de las abejas). Consultado 15 may 2017. Disponible en <http://www.vita-europe.com/es/enfermedades-de-las-abejas/varroasis-acarida/> (Vita Europe).
- 26) Ramirez, W; y Otis, G. 1986. Developmental phases in the life cycle of *Varroa jacobsoni*, an ectoparasitic mite on honeybees. *BeeWorld* (Inglaterra) 67(3): 92-97.
- 27) Ritter W. 2001. Enfermedades de las abejas. Acribia, Zaragoza, España
- 28) Rosas, L. 1997. Aplicación otoñal de aceites esenciales y ácido fórmico para el control de *Varroa jacobsoni* Oud. en *Apis mellifera*. Tesis Lic. Agr. Valdivia. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias. 85p.
- 29) SEGEPLAN (2009a). Mapeo participativo Secretaria de Planificación y Programación de la Presidencia. Informe de taller. Guatemala.
- 30) R. Martín, J.L. Pérez, N. Rojo, A. Sanz, M. Suárez, M. de la Cruz, M. Higes Centro Apícola Regional. Dirección General de la Producción Agraria. Consejería de Agricultura y Medio Ambiente de la Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha, Camino de San Martín s/n, 19180 Marchamalo, Guadalajara
- 31) Silva, A. 2006. Evaluación Del Ácido Oxálico Sobre *Varroa Destructor* Anderson y Trueman (Acari: Mesostigmata), Aplicado En Otoño Sobre Colonias De *Apis Mellifera* L (Hym: Apidae).
- 32) Vandame, R. 2000. Control Alternativo de *Varroa* en Apicultura. Consultado 9 jun. 2017. Disponible en <http://www.mujerapicola.org/docs/Varroa.pdf>

- 33) Vandame, R, Colin, M; y Otero, G. 1998a. Tolerancia a Varroa. Vida Apícola (España) 88: 45-50.
- 34) Vandame, R; Muñoz, M; Rindermann, S. (2012). Manual de apicultura orgánica. Carretera Panamericana y Periférico Sur s/n Barrio María Auxiliadora 29290 San Cristóbal de Las Casas Chiapas, México, El Colegio de la Frontera Sur (Ecosur). 42 p. Consultado 22 feb. 2018.
- 35) Vásquez C., D. R. 2012. El orégano de monte (*Lippia origanoides*) del Alto Patía: Efecto del método de obtención de sus extractos sobre la composición y la actividad antioxidante de los mismos. Maestría. Bogotá D.C., Colombia, Universidad Nacional de Colombia – Sede Bogotá. 123 p.
- 36) Villalobos, OA. 2013. Uso de extracto de eucalipto (*Eucalipto camaldulensis*) al 30% para control de Varroa (*Varroa destructor*) en abejas (*Apis mellifera*). El Salvador. Centro nacional de tecnología agropecuaria y forestal Enrique Álvarez Córdova. 24p
- 37) Wolfgang, R; Escobar, JE. 2001. Enfermedades de las abejas. ilustrado s.l., Acribia, SA, 146p.
- 38) Zhang, Z. 2000. Notes on *Varroa destructor* (Acari: Varroidae) parasitic on honeybees in New Zealand. . (20 mayo 2017).

11 Anexos.

Anexo No 1 Ciclo biológico Varroa.



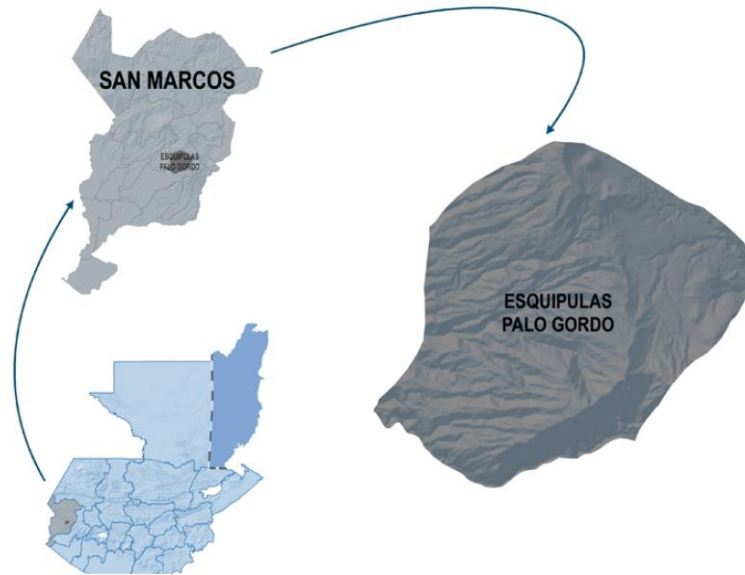
Fuente: M.C. José Alfonso Arias Medina et al. 2011

Anexo No 2 Cronograma de actividades.

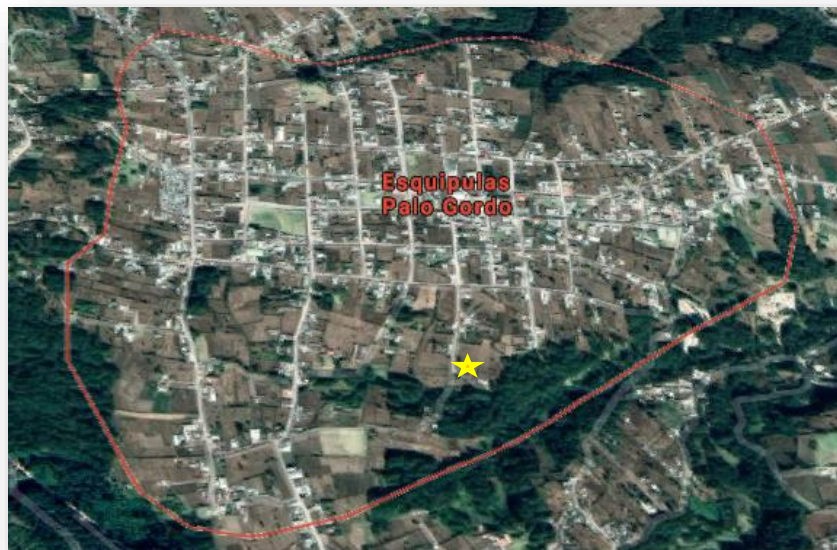
actividades	Marzo				Abril				Mayo				Junio				Julio				Agosto			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Reconocimiento del área		X																						
Reconocimiento del área		X																						
Limpia del terreno, chapeo, aclareo de árboles, identificación del área experimental y unidades experimentales		X	x	x																				
Ubicación de colmenas				X																				
Alimentación de colmenas					x	x	x	X	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Diagnóstico % de infestación							x	X																
Introducción de charolas galvanizadas por la piquera									x	x	x	x	x	x	X									
Aplicación tratamientos									x	x	x	x	x	X										
Retiro y lectura de charolas									x	x	x	x	x											
Diagnóstico infestación final														X	x									
Análisis estadístico															x	x	X							
Análisis de resultados																	x	x						
Elaboración de informe final																	x	X	x					
Presentación de resultados																					x	x	x	

Fuente: elaboración propia.

Anexo No 3 Mapa de la República de Guatemala ubicando el departamento de San Marcos y el Municipio de Esquipulas Palo Gordo.



Anexo No 4 Ubicación del diseño experimenta en el Caserío Tierra Blanca del Municipio de Esquipulas Palo Gordo.



Anexo No 5 álbum fotográfico.

Selección de colmenas con un 5% de infestación del ácaro *Varroa destructor* en el departamento de Suchitepéquez.



Aleatorización unidades experimentales de acuerdo al Cuadro No 2



Procedimiento realizado para conocer la infestación Pre y Post aplicación de los tratamientos.

- Recolección de muestras poblacionales



- Conteo de ácaros y abejas perecidas luego de la aplicación de alcohol.



Engrasado de charolas e introducción dentro de las unidades experimentales previo a la aplicación de los tratamientos.



Aplicación de tratamientos de origen Botánico.



Aplicación ácido oxálico,



Conteo de abejas y ácaros muertos

