

UNIVERSIDAD NACIONAL

Sistema de Estudios de Posgrado
(SEPUNA)

Centro de Investigaciones Apícolas Tropicales
(CINAT)

Maestría en Apicultura Tropical
(MAT)

Eficacia de aceite esencial de *Allium sativum* en
colmenas de *Apis mellifera* para control del ácaro
Varroa destructor, en Costa Rica.

Ing. Ellerry Juvencio Rivera Hernández

Heredia, Agosto de 2017

Trabajo presentado para optar al grado de Máster en
Apicultura Tropical. Cumple con los requisitos
establecidos por el Sistema de Estudios de Posgrado
de la Universidad Nacional.

Tutores

PhD. Johan Van Veen

Msc. Eduardo Umaña Rojas

Asesores

Msc. José Fernando Ramírez Arias

Lic. Marianyela Ramírez Montero

Este trabajo se realizó bajo el auspicio del Centro de Investigaciones Apícolas Tropicales (CINAT), de la Universidad Nacional.

AGRADECIMIENTO

Agradezco principalmente a Dios por hacer posible todo este esfuerzo.

A mis padres, hermanas y esposa por apoyarme siempre incondicionalmente. De igual manera agradezco a todas aquellas personas que en el transcurso de esta aventura fueron partícipes de mi superación profesional profesores, amigos productores etc.

Otorgo mi agradecimiento a las instituciones que hicieron posible mi formación como profesional y por el apoyo económico que fue fundamental para el éxito de mi formación como Master en apicultura tropical, de primera instancia al CINAT que lo considero como mi segundo hogar, por otorgarme un 50% en la exoneración en el pago de matrícula y cursos.

A la Fundación Pablo García por darme la oportunidad y el recurso financiero para venir hasta este país tan hermoso, a cursar la Maestría en Apicultura Tropical (MAT) para mi superamiento como profesional.

A Guillermo Ramírez Arias por su apoyo en el manejo de las colmenas hasta en días inhábiles que sacaba el tiempo para acompañarme a giras de campo.

Agradezco profundamente a esos nobles insectos que son las abejas que a pesar de como nuestra especie las trata y maneja son hábiles y expertas para sobrepasar cualquier obstáculo como un solo súper organismo entonces siguiendo su ejemplo doy gracias por aun poder contar con tan nobles seres que sin duda alguna hay que proteger.

DEDICATORIA

Este trabajo se la dedico a mis queridos padres y a mi esposa, a mi madre Leonarda Hernández Cuj que siempre se preocupa por enseñarme buenos valores, a mi padre Juvencio Rivera Potenciano que ha sido mi más grande ejemplo de fuerza y perseverancia en la vida para cumplir mis metas, a mi esposa Amanda Sánchez Chablé por el incondicional apoyo, y por ser un pilar de fuerza, motivación e ímpetu. Sin el apoyo de estas grandes personas no hubiera llegado tan lejos.

INDICE GENERAL

Resumen-----	1
I. Introducción-----	2
1.1 Justificación-----	2
1.2 Antecedentes-----	3
1.3 Objetivo general-----	5
1.4 Objetivos específicos-----	5
1.5 Hipótesis-----	5
II. Materiales y métodos-----	6
2.1 Ubicación geográfica-----	6
2.2 Tratamientos-----	6
2.3 Preparación de la dosis-----	6
2.4 Evaluación de la mortalidad de ácaros-----	6
2.5 Evaluación de efectos negativos en las colmenas-----	7
III. Resultados y discusión-----	8
3.1 Ensayo preliminar-----	8
3.2 Ensayo final-----	9
IV. Conclusiones-----	17
V. Recomendaciones-----	17
VI. Bibliografía-----	18

INDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Cajas comparativas de promedios de mortalidad de ácaros-----	8
Gráfico 2. Porcentajes de infestación inicial en panal de cría vs abejas adultas-----	9
Gráfico 3. Comportamiento de la infestación del tratamiento con 10% de aceite esencial de <i>Allium sativum</i> , durante el experimento-----	10
Gráfico 4. Comportamiento de la infestación del tratamiento con 5% de aceite esencial de <i>Allium sativum</i> , durante el experimento-----	10
Gráfico 5. Comportamiento de la infestación del tratamiento con 3% de aceite esencial de <i>Allium sativum</i> , durante el experimento-----	11
Gráfico 6. Comportamiento de la infestación del testigo durante el experimento---	11
Gráfico 7. Eficiencia en el control del ácaro en los tratamientos en la semana 5---	12
Grafico 8. Normalidad de los datos de las eficiencias de los tratamientos-----	16

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Tabla de eficiencias y observaciones causadas a lo largo del experimento por tratamiento-----	12
Tabla 2. Porcentajes de eficiencias obtenidas por semana y tratamiento aplicado-----	15

INDICE DE IMÁGENES

Imagen 1. Abejas muertas en las piqueras de las colmenas de los tratamientos 10 % de aplicación-----	13
Imagen 2. Pillaje en las colmenas a causa de época de escases-----	14
Imagen 3. Resultados estadísticos de la prueba de Friedman-----	16

RESUMEN

Se efectuó un estudio durante los meses de Mayo–Agosto 2017, en un apiario del Centro de Investigaciones Apícolas Tropicales (CINAT), de la Universidad Nacional de Costa Rica (UNA), ubicado en la comunidad de distrito Río Grande cantón de Atenas de la provincia de Alajuela. El apiario se encuentra a semi sombra, con una distribución de las colmenas en forma aleatoria, este apiario cuenta con las condiciones climatológicas del trópico. Se llevó a cabo el tratamiento con tres dosis de aceite esencial de ajo para el control de varroa en un diseño experimental completamente al azar, constó de 16 colmenas en total. Fueron tres tratamientos y un testigo con cuatro repeticiones, los tratamientos fueron la aplicación de un fragmento de oasis (sustrato artificial de plantas), de 15 X 5 X 1 cm impregnado (10 ml) con diferentes dosis, 10%(T10), 5%(T5) y 3%(T3) de aceite esencial de ajo (*Allium sativum*), dicho sustrato fue recubierto con una malla metálica que impedía a las abejas masticar el oasis y lo suficientemente grande el orificio para que les cueste trabajo propolizar rápidamente la malla, el testigo (TT) fueron colmenas sin aplicación, entonces cada tratamiento tuvo cuatro repeticiones. Se determinó el efecto causado sobre el ácaro *V. destructor* por la aplicación de aceite esencial *Allium sativum* para cada dosis empleada obteniendo la mayor eficacia del producto al mes después de aplicado con un valor de 70.3 % en el tratamiento de aceite esencial del 10%. Sin embargo algunas dosis empleadas tuvieron efectos adversos en poblaciones de abejas.

Se concluye que existe un efecto acaricida por aplicación de aceite esencial de *Allium sativum*.

I. INTRODUCCIÓN

La varroosis es uno de los principales problemas sanitarios que afecta a la apicultura a nivel mundial. El ácaro *Varroa destructor* es considerado como un ectoparásito que afecta a las abejas en sus dos últimas etapas de desarrollo es decir, que daña tanto a la cría en estado de pupa como a las abejas adultas. Esta plaga puede llegar a causar graves daños en las abejas, como malformaciones en las alas, patas, abdomen y la reducción del tiempo de vida de la abeja adulta; de manera indirecta provoca los cambios en el comportamiento y un incremento en la susceptibilidad a las enfermedades, aunado a estos se puede observar una disminución del rendimiento en la producción. (Berdugo, et al.; 2010)

El ajo (*Allium sativum*) es una planta herbácea de bulbos divididos, de unos 50 cm de altura. La planta produce flores entre rosado y morado en los meses de julio a septiembre. El bulbo es odorífero, sobre el bulbo basal que va cubierto de raíces se dispone el principal, alrededor de él van los llamados dientes de ajo. Posee una actividad antiparasitaria que se le atribuye a la presencia de alicina y alilulfuro, en México se ha demostrado su capacidad antihelmíntica en humanos en dosis de 200 mg de bulbo por litro de agua, dos veces por día; a una dosis de 1 g/kg, en ratones presenta una actividad contra *Ankylostoma duodenale*. (Hall, et. al.; 2002)

La oleoresina de ajo (*A. sativum*) se obtiene por extracciones con solventes acuosos y contiene principalmente agua, azúcares, sustancias minerales, nitrogenadas y aceite esencial, en el cual se encuentran sustancias azufradas bioactivas como la alicina y otros alil-sulfuros responsables de las cualidades químicas del ajo, sus efectos salutíferos como: antioxidante, hipocolesterolemico, antibacteriano, antifungico, antivirico y antiparasitario. (Duran, et. al.; 2007)

1.1 JUSTIFICACION

Actualmente *Varroa destructor*, es un ectoparásito, constituido como un agente patógeno de *Apis mellifera* a nivel mundial, se le atribuye la pérdida de cientos de colonias. Se le ha responsabilizado del síndrome de despoblamiento de colmenas, que se viene presentando a nivel mundial el cual aún no ha sido completamente explicado. Ningún otro patógeno, como este ácaro ha causado tanto impacto sobre las abejas en toda la historia de la apicultura, teniendo en cuenta que las pérdidas en la actualidad son incalculables. (Salamanca et. al, 2012)

El ectoparásito, genera efectos sinérgicos negativos sobre el estado inmunológico y nutricional de las abejas de manera individual y colectiva, no sólo causando lesiones físicas, sino permitiendo la proliferación de hongos, bacterias y virus en las colonias que parasita, al actuar como vector de microorganismos patógenos. (Romeh, 2009)

Existen muchas alternativas para el control de la Varroosis, sin embargo en su gran mayoría son químicas, debido a esto y buscando una alternativa más amigable con el ambiente, la aplicación del ajo *Allium sativum* como control para evitar dicha plaga es una opción para el apicultor, ya que su costo es bajo y es de fácil obtención. Hoy en día la competencia en el mercado de mieles, la exigencia por mieles orgánicas y de calidad hace de esta plaga un reto a resolver debido a los altos precios de los productos acaricidas ofrecidos actualmente en el mercado para su control.

Entre los compuestos del ajo, la alicina ha ocupado el lugar más destacado por considerarse la sustancia con mayor actividad biológica, sin embargo en los últimos años diversos estudios han demostrado que otros tiosulfinatos podrían ser quizás más activos. La formación de tiosulfinatos se da cuando el ajo se corta o tritura, es entonces que la aliina reacciona con las enzimas aliinasa. Sin embargo la mayor parte de estos compuestos son altamente inestables y termo sensibles provocando su pérdida y/o degradación. (Córdova, 2010) Por esta razón se justifica el uso del aceite esencial de ajo para optimizar sus compuestos y por ende su efecto.

1.2 ANTECEDENTES

Se realizó un estudio en Francia donde se evaluaron aceites esenciales y sus componentes que ofrecen una alternativa atractiva a los acaricidas sintéticos para el control de *Varroa jacobsoni*. Ellos son generalmente de bajo costo y la mayoría presentan pocos riesgos para la salud. Los terpenos (principalmente monoterpenos) son los principales componentes de los aceites esenciales. Más de 150 aceites y componentes de aceites esenciales se han evaluado en las pruebas de detección de laboratorio. Sin embargo, muy pocos de ellos han demostrado su eficacia cuando se prueba en ensayos de campo. El timol solo y mezclado con otros aceites esenciales ofrecen una prometedora mortalidad de *Varroa* obteniendo normalmente el 90% y con frecuencia se aproxima a 100%, en donde se demostró, que el aceite esencial de *Allium sativum* tuvo su mejor resultado a las 48 horas de exposición con el ácaro; sin embargo se obtuvo una mortalidad del 100% de la población de abejas. Por lo tanto, los esfuerzos son necesarios para optimizar el uso de estas sustancias y para incorporarlas, junto con otras medidas para limitar las poblaciones de ácaros, en una estrategia de gestión integrada de plagas para el control de *Varroa jacobsoni*. (Anton, et. al; 1999)

En un estudio realizado en Egipto se evaluaron once aceites volátiles, para el control del ácaro *Varroa destructor* in vitro. Estos aceites son hierbabuena, tomillo, eucalipto, mejorana, comino, ajo, albahaca, naranja, geranio, mentol y eugenol. Albahaca, geranio y eugenol exhibieron actividad acaricida notable y fueron seleccionados para los diferentes ensayos in vivo durante las temporadas de invierno, la primavera y el otoño. Los demás aceites también obtuvieron efectos contra el acaró pero en menor efecto que los tres seleccionados. Aceites candidatos se añadieron por separado a un suplemento de polen integrado con ácido fórmico,

ácido oxálico y técnicas reina introducción en jaulas. Para evaluar estos tratamientos, el porcentaje de infestación en cría y en abejas, se registraron los recuentos de ácaros caídos y las abejas muertas, y la actividad de cría. Los resultados mostraron que todos los tratamientos fueron significativamente eficaz contra varroa en colonias tratados en comparación con los no tratados. Algunos efectos adversos, incluida la reducción de área de cría, la perturbación de la colonia y mortalidad de las abejas se produjeron en algunos tratamientos, especialmente aquellos con eugenol, que parecía ser perjudiciales para las abejas. (Ismail, et. al; 2006)

En un estudio realizado en Guatemala se evaluó el control alternativo del ácaro *Varroa destructor* utilizando aceites esenciales de Eucalipto (*Eucalyptus camaldulensis Dehnh*), Clavo (*Eugenia caryophyllata Thunb*), y extracto comercial de Nim (*Azadirachta indica A. Juss*) aplicados a través de un sustrato de gel directamente en las colmenas de abejas melíferas. Para ello se realizaron pruebas con diseños experimentales completamente al azar con un nivel de confiabilidad del 95%. Los tratamientos evaluados fueron: gel con 5% de aceite esencial de Eucalipto, gel con 15% de extracto comercial de Nim, gel con 25% de aceite esencial de Clavo, gel sin principio activo (sin aceite esencial o extracto) testigo absoluto (sin gel), ácido oxálico y Bayvarol® (flumetrina). En esta prueba se determinó que no existió diferencia significativa en cuanto al control de la población del ácaro Varroa entre los tratamientos químicos tradicionales que son el Bayvarol® (flumetrina) y el ácido oxálico, y dos de los tratamientos alternativos evaluados, los cuales fueron el aceite esencial de Eucalipto y el extracto de Nim aplicados en un sustrato de gel. Por otro lado, el aceite esencial de Clavo, no resultó ser efectivo en el control de Varroa, ya que no llega a disminuir su población, sin embargo si retardó el desarrollo de las poblaciones de dicho ácaro. Se determinó que el aceite esencial de Eucalipto y el extracto de Nim ejercen un efecto tóxico directo sobre Varroa ya que el primero causó la mortalidad del 100% de las varroas usadas durante la prueba, y el segundo causó la muerte del 70%. El aceite esencial de Clavo, no resulto ser tóxico para Varroa. (Franco, 2009)

En un estudio en Pakistán se evaluaron los efectos acaricidas de algunos aceites vegetales y extracto de tabaco en el ácaro *Varroa destructor*, se realizó un estudio en el laboratorio, así como en las colmenas de abejas en el Instituto de Investigación de la abeja, NARC, Islamabad. En los experimentos de laboratorio, el aceite de clavo y extracto de tabaco, ambos demostraron ser igualmente eficaces contra los ácaros. Los tratamientos fueron significativamente eficaces cuando se aplica al 5% en comparación con las concentraciones de 10 y 15%. En este estudio el aceite esencial de *Allium sativum* tuvo una eficiencia de 87.8%. La combinación más eficaz fue extracto de aceite de ajo y el tabaco cuando se utiliza en la concentración de 5% durante 24 h. (Mahmood, et. al; 2014)

1.3 OBJETIVO GENERAL

Determinar la eficacia sobre el ácaro *Varroa destructor*, por aplicación de aceite esencial de *Allium sativum*, en colmenas de *Apis mellifera*.

1.4 OBJETIVOS ESPECIFICOS

Determinar la dosis adecuada de aceite esencial (*A. sativum*) para tratar colmenas de *Apis mellifera* en control de *Varroa destructor*.

Examinar algún efecto negativo en colmenas de *Apis mellifera* por la aplicación de aceite esencial de *Allium sativum* como control para determinar su viabilidad.

1.5 HIPOTESIS

Por la aplicación de aceite esencial de *Allium sativum*, existe un control sobre el ácaro *Varroa destructor* en poblaciones de *Apis mellifera*.

II. MATERIALES Y METODOS

2.1 Ubicación geográfica.

Este estudio se realizó durante los meses de Mayo–Agosto 2017, en un apiario del Centro de Investigaciones Apícolas Tropicales (CINAT), de la Universidad Nacional de Costa Rica (UNA), ubicado en la comunidad de distrito Río Grande cantón de Atenas de la provincia de Alajuela. El apiario se encuentra a semi sombra, con una distribución de las colmenas en forma aleatoria, y colmenas numeradas, este apiario cuenta con las condiciones climatológicas del trópico.

2.2 Tratamientos.

Se llevó a cabo el diagnóstico de tres dosis de aceite esencial de ajo para el control de varroa. Se realizó un diseño experimental completamente al azar, constó de 16 colmenas en total. Fueron tres tratamientos y un testigo, los tratamientos fueron la aplicación de un fragmento de oasis (sustrato artificial de plantas), de 15 X 5 X 1 cm impregnado (10 ml) con diferentes dosis, 10%(T10), 5%(T5) y 3%(T3) de aceite esencial de ajo (*Allium sativum*), dicho sustrato fue recubierto con una malla metálica que impedía a las abejas masticar el oasis y lo suficientemente grande el orificio para que les cueste trabajo propolizar rápidamente la malla, esto con el fin de medir la evaporación del aceite esencial durante el experimento. El testigo (TT) fueron colmenas sin aplicación, entonces cada tratamiento tuvo cuatro repeticiones y constó de una colmena enumerada con diez marcos o más, con sus respectivas reinas. Las colmenas se revisaron semanalmente para evaluar la mortalidad de los ácaros de las diferentes dosis durante ocho semanas.

2.3 Preparación de las dosis.

El aceite esencial de ajo se encuentra en una concentración del 100 % ya que es puro, entonces las disoluciones se elaboraron en base a diferencias de peso. El aceite que se emplea para la disolución es el aceite mineral, el proceso es el siguiente: primero se pesó cierta cantidad de aceite esencial de ajo y por consiguiente se le fue añadiendo aceite mineral para diluirlo hasta llegar a la concentración requerida.

2.4 Evaluación de la mortalidad de ácaros.

Las muestras se analizaron en el campo por el método de azúcar en polvo, para conteo de varroas en estado forético con el fin de no impactar tanto en las colmenas. En el método de azúcar en polvo se tomaron muestras representativas de aproximadamente 300 abejas adultas para lo cual se abrió la colmena y se sacó un panal cubierto con abejas de la cámara de cría posteriormente se rozan las abejas deslizando un frasco (de boca ancha de 100 ml) sobre el panal con un movimiento vertical de arriba hacia abajo, de manera que las abejas quedaran atrapadas en el recipiente, al cual se tapara y se traspasan las abejas a un frasco de vidrio con una

tapa con malla en donde se le añade azúcar molida. Se homogeniza la muestra durante 30 s. luego se cierne el azúcar con las varroas sobre un recipiente con agua y se procede a contabilizar los ácaros, seguido cada muestra de abejas se devuelve a su colmena correspondiente.

Para medir infestación de varroa en cría se tomó un panal de cría y se realizó un corte al panal de 10X5 cm aproximadamente con cría operculada, entonces se observaron cien celdas, se extrajo la cría para identificar si existían varroas dentro de las celdas con ayuda de lámparas y lupas en el laboratorio de patología apícola del CINAT, se tomaron estos datos solo al inicio y al final del estudio.

2.5 Evaluación de efectos negativos en las colmenas.

Se observaron después de aplicado los tratamientos a las primeras horas el comportamiento de las colmenas. Así como posteriormente se observaron las piqueras para notar si existen abejas muertas o debajo de las colmenas.

Los datos obtenidos se analizaron por medio de pruebas estadísticas utilizando pruebas no paramétricas ya que los datos no muestran una distribución normal, se obtuvieron por medio del programa estadístico Minitab.

III. RESULTADOS Y DISCUSION

3.1 ENSAYO PRELIMINAR

En un estudio preliminar in vitro, se probaron tres dosis de aceite esencial de *Allium sativum* en diferentes concentraciones 70%, 10% y 5%, en las dos primeras dosis empleadas 70% y 10% se obtuvieron niveles de mortalidad altos sobre ambas poblaciones tanto del ácaro *Varroa destructor*, como en *Apis mellifera*, una mortalidad del 100% en abejas y del 90% en ácaros.

Entonces significa que el aceite esencial de *Allium sativum* posee actividad acaricida, sin embargo perjudiciales para poblaciones de *Apis mellifera* en dosis altas. Para la dosis de 5% se observó cómo persiste los efectos acaricidas contra *Varroa destructor*, sin embargo existe mayor sobrevivencia de abejas en las primeras 24 horas, a las 48 horas aumenta la mortalidad de los ácaros al igual que en las abejas.

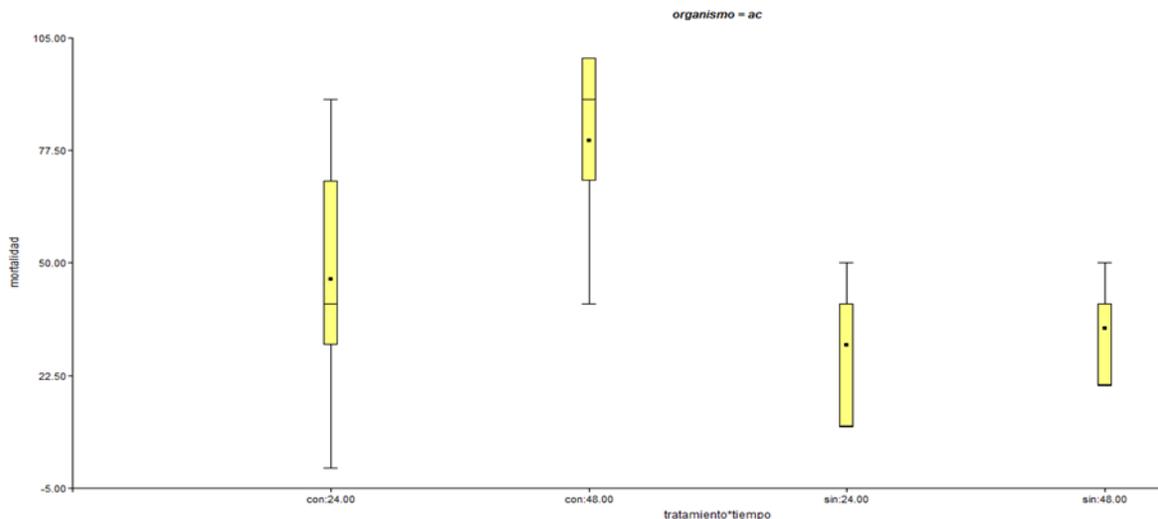


Gráfico 1. Cajas comparativas de promedios de mortalidad de ácaros.

El aceite esencial de *Allium sativum* mostró su mejor efecto acaricida a las 48 horas de exposición, (gráfico 1) sin embargo el efecto respecto a las abejas también se nota en el mismo sentido.

En la prueba estadística implementada (kruskal wallis) respecto a las 24 horas con un valor $p= 0.6587$, dice que son iguales estadísticamente la mortalidad de ácaros con o sin aplicación de aceite esencial, mientras que con un valor $p= 0.0317$ que a las 48 horas de exposición, existe diferencias estadísticas significativas respecto al efecto acaricida.

3.2 ENSAYO FINAL

Se evaluó inicialmente los porcentajes de infestación en panal de cría y en abeja adulta con una n=15 en donde se obtuvo que las poblaciones más infestadas de ácaros se encontraban en panal de cría (grafica 2.).

Por consecuencia de lo ya mencionado durante el experimento se observó como el comportamiento de las infestaciones iniciales se ven en incremento en relación a la infestación en abejas adultas al igual se le atribuye al cese de postura de las reinas en las dos primeras semanas, al momento de aplicar los tratamientos. (Gráficos 3, 4, 5 y 6) A partir de la cuarta y quinta semana se reflejan las máximas eficiencias.

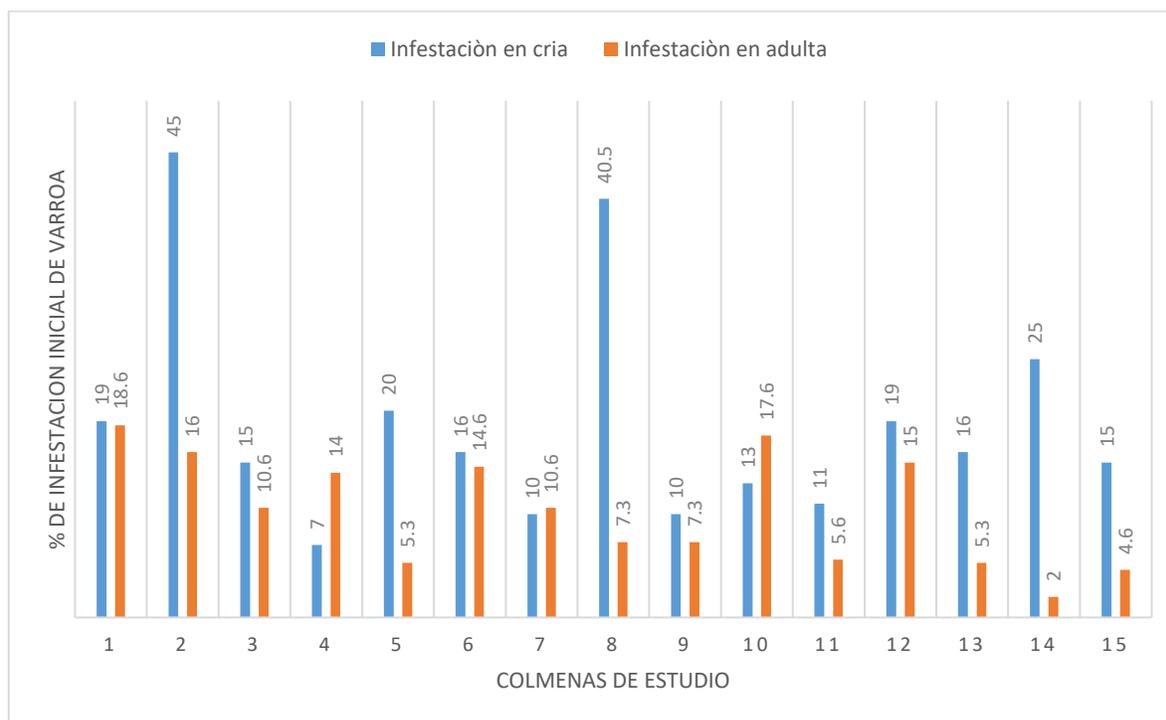


Gráfico 2. Porcentajes de infestación inicial en panal de cría vs abejas adultas.

En el comportamiento de las infestaciones se observa para el T10 con una n= 2 que va de manera en un incremento inicial y después una disminución gradual durante el experimento (gráfico 3). Para el T5 con una n= 3 se observa un comportamiento de las infestaciones con un incremento inicial pero una disminución más lenta obteniendo el máximo efecto del ajo en las semana cuatro y cinco, después no se ve un efecto del ajo (gráfico 4). En el T3 con una n= 4 el comportamiento de las infestaciones nos indica que son diferentes, dos colmenas van en aumento mientras otras dos en disminución (gráfico 5). Para el TT observamos en el comportamiento de las infestaciones que aumentan y disminuyen a lo largo del experimento pero siempre con una tendencia en incremento y se observa que al final del experimento ha aumentado considerablemente con la infestación inicial (gráfico 6).

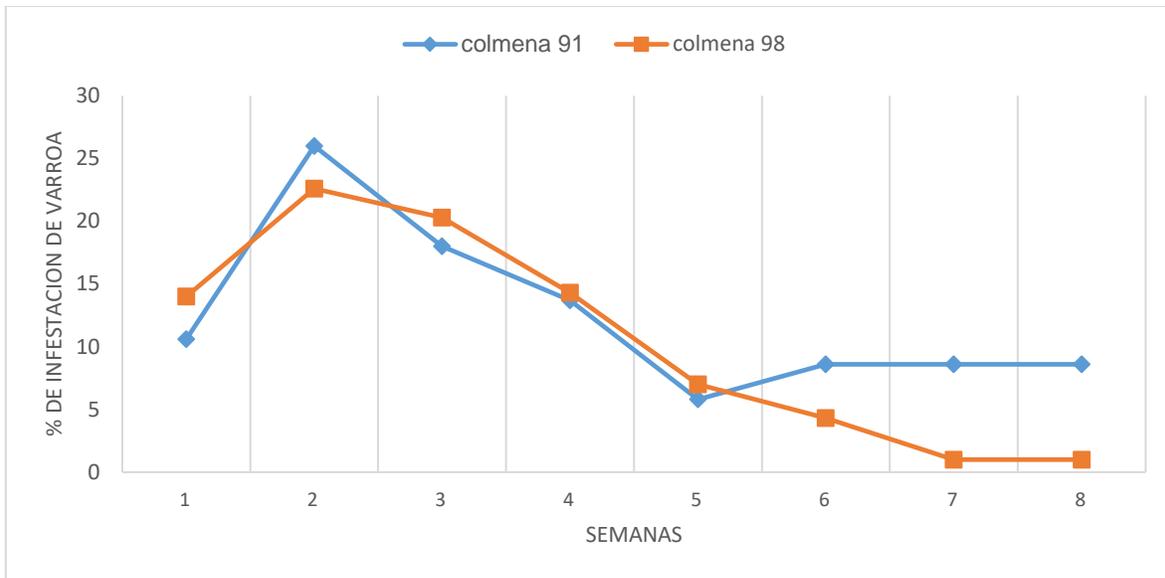


Gráfico 3. Comportamiento de la infestación de Varroa del tratamiento con 10% de aceite esencial de *Allium sativum*, durante el experimento.

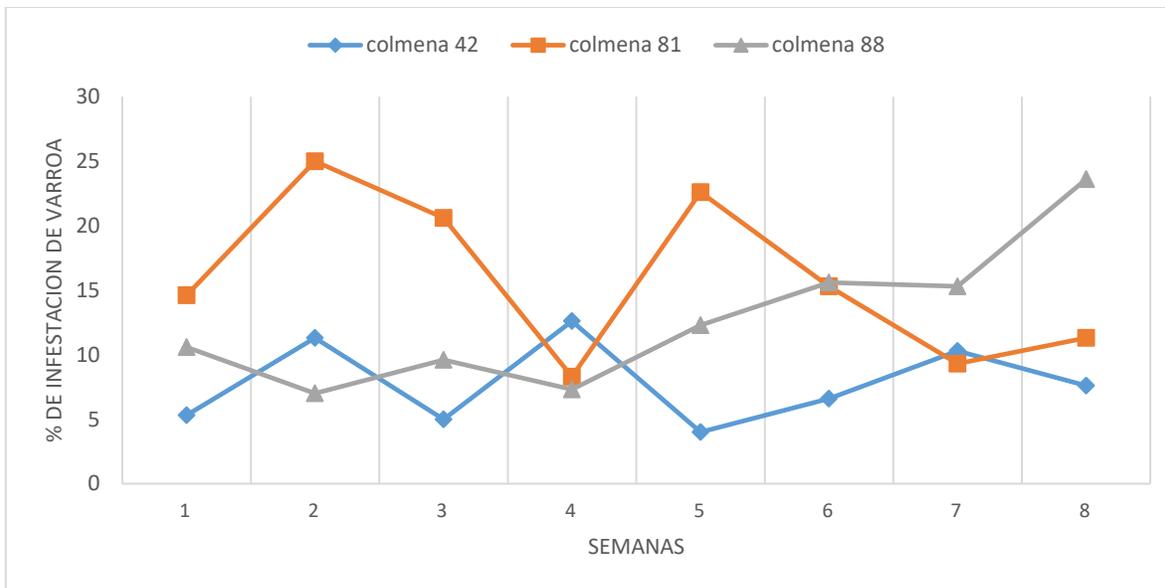


Gráfico 4. Comportamiento de la infestación de Varroa del tratamiento con 5% de aceite esencial de *Allium sativum*, durante el experimento.

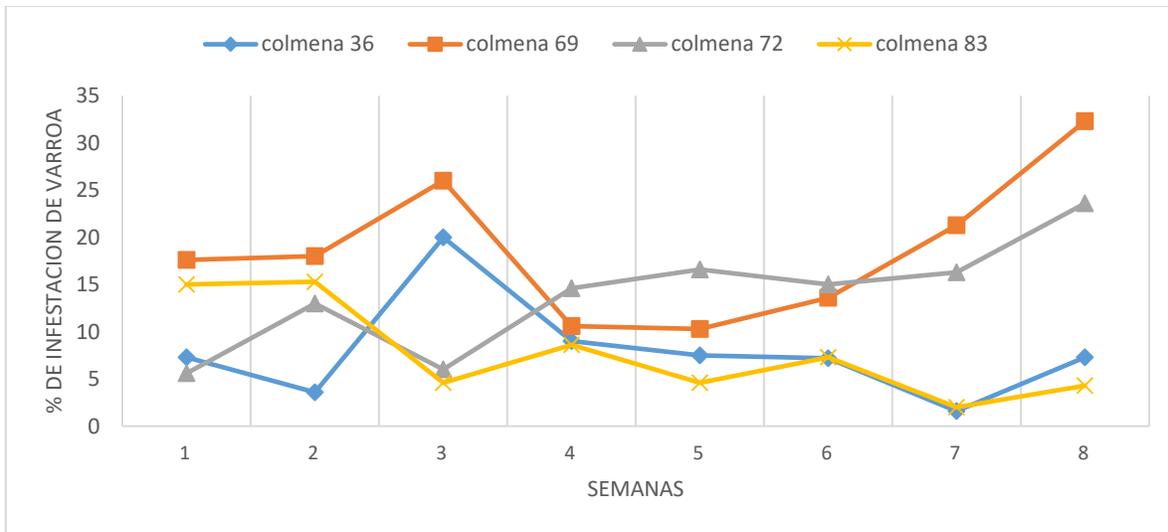


Gráfico 5. Comportamiento de la infestación de Varroa del tratamiento con 3% de aceite esencial de *Allium sativum*, durante el experimento.

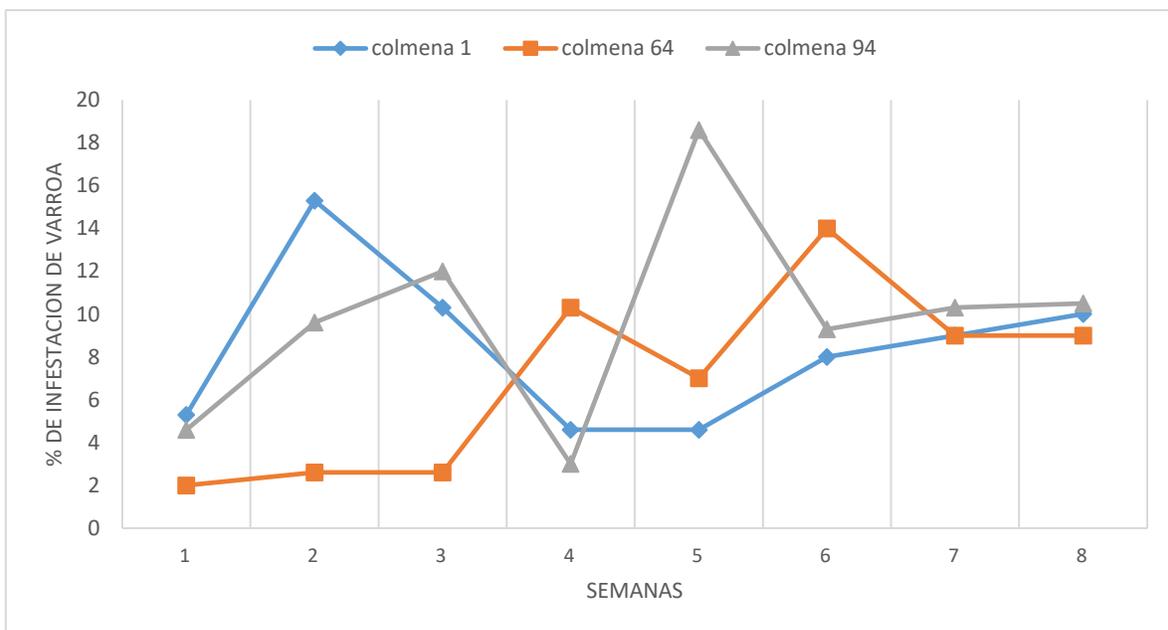


Gráfico 6. Comportamiento de la infestación de Varroa del testigo durante el experimento.

Se determinó la eficacia causada sobre el ácaro *V. destructor* por la aplicación de aceite esencial *Allium sativum* para cada dosis empleada obteniendo la mayor eficacia del producto al mes después de aplicado con un valor de 70.3 % de eficacia en el tratamiento de aceite esencial del 10%.(gráfico 7).

Para la dosis de 10% fue perjudicial para las abejas a la primera semana de evaluado el producto con lo que ocurrió, se procedió a retirar el sustrato de aplicación de los tratamientos de las colmenas, como en Francia Anton, et. al; 1999,

donde se obtuvieron daños en las poblaciones de abejas de hasta el 100% con la aplicación de *Allium sativum*.

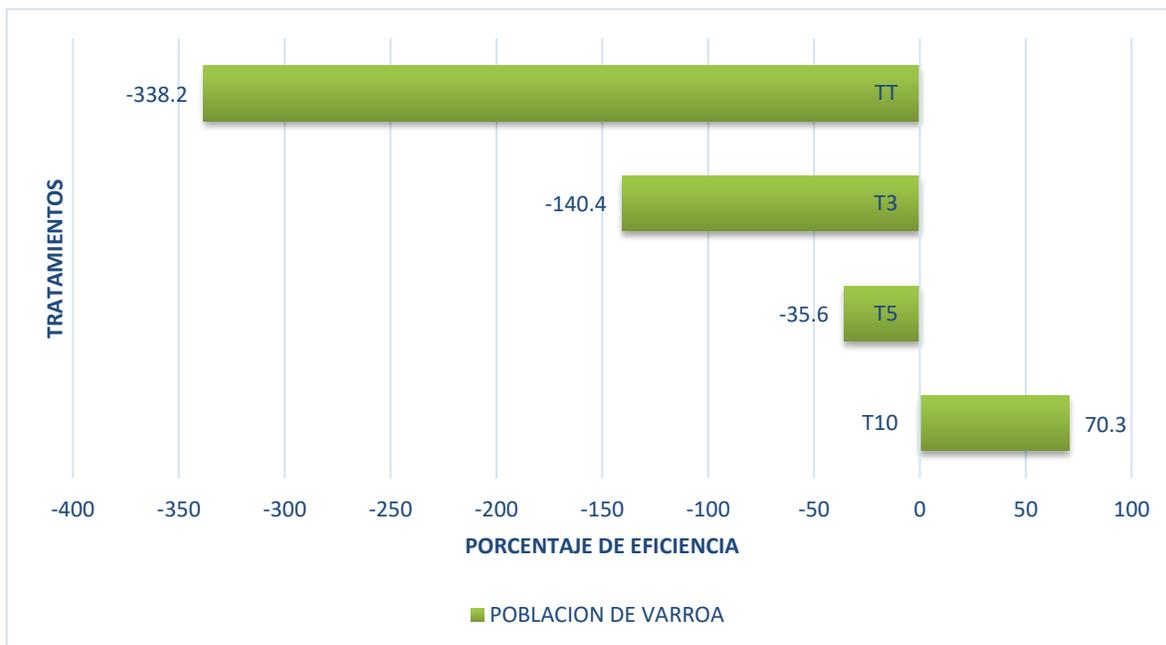


Gráfico 7. Eficiencia en el control del ácaro en los tratamientos en la semana 5.

No se puede determinar una dosis adecuada para el control de varroa ya que las dos primeras dosis usadas 10%(T10) y 5%(T5) al volumen utilizado (10 ml) han causado daños a las poblaciones de abejas, como los observados en el ensayo preliminar in vitro para T10 y T5 después de las 48 horas, mientras que la de 3% no mostro una eficiencia. (Tabla 1). Por lo tanto como cita Anton l.et. al; 1999 los esfuerzos son necesarios para optimizar el uso de estas sustancias para incorporarlas, junto con otras medidas para limitar las poblaciones de ácaros.

Tabla 1. Tabla de eficiencias y observaciones causadas a lo largo del experimento por tratamiento.

Tratamiento	Eficacia S5	Observaciones
10%	70.3	Daño y evasión
5%	-35.6	Daño y evasión menor
3%	-140.4	Sin daño aparente
TESTIGO	-338.2	Sin daño pero si evasión

En la primera semana de establecido el experimento se observó abejas muertas en las piqueras de dos colmenas de los tratamientos 10 %, (Imagen 1) y debilitamiento en las de 5%, cese de la postura en la mayoría de las colmenas tratadas durante dos semanas.

De igual manera se observó cuatro evasiones de las colmenas en el experimento una al inicio que fue un testigo, durante la tercera semana evadieron dos colmenas una de 10% y una de 5%, otra de 10% quedó débil y se eliminó del experimento y por último evadió otro testigo al final, se le atribuye gran parte de estas evasiones al pillaje ocasionado al perturbar las colmenas durante el experimento ya que en los meses que se llevó a cabo es época de escases (Imagen 2).

Romeh, 2009 que el ectoparásito, genera efectos sinérgicos negativos sobre el estado inmunológico y nutricional de las abejas de manera individual y colectiva, y en vista del cese en la postura en las colmenas además que en algunas de las colmenas las abejas adultas redujeron en número y según Berdugo, et al.; 2010 el ácaro ataca en sus dos últimas etapas de desarrollo de la abeja en pupa y adultas se le atribuye parte de las evasiones al gran incremento de ácaros posados en abejas adultas.



Imagen 1. Abejas muertas en las piqueras de las colmenas de los tratamientos 10 % de aplicación.



Imagen 2. Pillaje en las colmenas a causa de época de escases.

Se obtuvo las eficiencias de los tratamientos por cada semana transcurrida (Tabla 2) estos datos se procesaron en un programa estadístico (Minitab) en el cual se graficaron los datos para ver si estos eran normales (gráfico 8) como los datos no eran normales se emplea una prueba no paramétrica.

Se utilizó una prueba de Friedman en donde se comparó la variable eficiencia contra las semanas y las dosis empleadas en los tratamientos (Imagen 3) con una $p= 0.003$ que existen diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos con la mayor eficacia observada para el tratamiento con 10% de concentración de aceite esencial de ajo en comparación con los otros tratados. Por ende se afirma que existe un efecto acaricida por aplicación de aceite esencial de *Allium sativum*.

Los resultados obtenidos son muy similares comparados a los de Ismail, A. et. al; 2006 que mostraron que todos los tratamientos fueron significativamente eficaz contra varroa en colonias tratados en comparación con los no tratados pero en algunos hay efectos adversos, incluida la reducción de área de cría, la perturbación de la colonia y mortalidad de las abejas se produjeron en tratamientos, especialmente aquellos con eugenol.

Tabla 2. Porcentajes de eficiencias obtenidas por semana y tratamiento aplicado.

TABLA DE EFICIENCIAS		
SEMANA	TRATAMIENTO	% DE EFICIENCIA
2	T10	-103.4
2	T5	-50.2
2	T3	-21.4
2	TT	-109.1
3	T10	-57.4
3	T5	-8.7
3	T3	-39.9
3	TT	-95.1
4	T10	-15.7
4	T5	-21.2
4	T3	-25.4
4	TT	-122.3
5	T10	70.3
5	T5	-35.6
5	T3	-140.4
5	TT	-338.2
6	T10	53.5
6	T5	-45
6	T3	-130.9
6	TT	-685
7	T10	55.9
7	T5	-34.1
7	T3	-11.8
7	TT	-181.2
8	T10	55.9
8	T5	-47.8
8	T3	-83.4
8	TT	-189

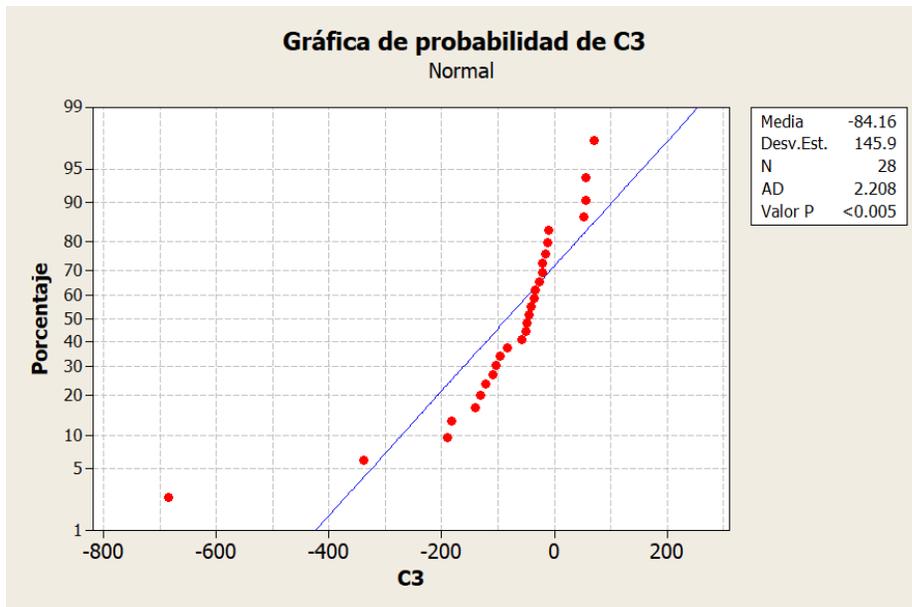


Grafico 8. Normalidad de los datos de las eficiencias de los tratamientos.

Resultados para: Hoja de trabajo 1

Prueba de Friedman: C3 vs. C2 bloqueado por C1

S = 14.14 GL = 3 P = 0.003

C2	N	Mediana Est.	Suma de clasificaciones
T10	7	50.0	24.0
T3	7	-47.1	18.0
T5	7	-28.2	21.0
TI	7	-169.7	7.0

Mediana principal = -48.8

Imagen 3. Resultados estadísticos de la prueba de Friedman.

De igual manera se ven relacionados con el ensayo preliminar que fue in vitro donde tuvimos datos similares a los actuales y a los ya mencionados de Ismail, A. et. al; 2006, donde se notaban daños a las poblaciones de abejas pero con un efecto acaricida aún notable.

IV. CONCLUSIONES

- El efecto acaricida del aceite esencial de *Allium sativum* tiene su mayor acción a las cuatro semanas de aplicadas las dosis, con una eficacia del 70.3 %.
- No se puede determinar una dosis aplicable, ya que se utiliza más investigación sobre el tema para optimizar los componentes acaricidas del *Allium sativum* así como los volúmenes aplicados en las dosis.
- El aceite esencial de *Allium sativum* es responsable de algunos efectos adversos, incluida el cese en la postura de cría, la perturbación de la colonia y mortalidad de las abejas que se produjeron en algunos tratamientos.
- Se concluye con un $p= 0.003$ que existen diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos con la mayor eficacia observada para el tratamiento con 10% de concentración de aceite esencial de ajo en comparación con los otros tratados. Por ende se afirma que existe un efecto acaricida por aplicación de aceite esencial de *Allium sativum*.

V. RECOMENDACIONES

- Se recomienda evaluar el volumen que se aplica a la dosis puede ser un factor importante en próximas investigaciones para minimizar los efectos adversos a las colmenas.
- Es recomendable realizar dos aplicaciones de las dosis acaricidas como mínimo utilizando aceite esencial de ajo ya que su efecto se disminuye al mes de ser aplicado.
- En investigaciones posteriores con *Allium sativum* es recomendable emplear otro método de lectura de ácaros puede ser utilizando conteo de ácaros con trampas de piso para perturbar menos la colmena, ya que en los meses de escases de néctar existe un pillaje abundante.
- Observando las pérdidas de colmenas tanto de las colmenas tratadas como del testigo se recomienda para épocas de escases emplear un número de colmenas más amplio para tener datos más relevantes.

VI. BIBLIOGRAFIA

- Berdugo, R. Vivas, R. & Mex M. (2010). Diagnóstico y control orgánico del ácaro Varroa (*Varroa destructor*) en el trópico. *Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Campo Experimental Mocochoá. Centro Regional del Sureste. Folleto Técnico No. 4.* 40 p.
- Córdova M.A. (2010). Extracción y purificación de alicina a partir del ajo (*Allium sativum* L.): implicaciones analíticas. Instituto Politécnico Nacional, centro interdisciplinario de investigación para el desarrollo integral regional. Oaxaca. pág. 4-80.
- Duran M. Gonzales P. & Cardona P. (2007). Obtención y caracterización de la oleorresina del ajo (*Allium sativum*). Universidad Tecnológica de Pereira. *Scientia et Technica* Año XIII, No 37. Pág. 551-555.
- Franco C. (2009). Evaluación de tres productos naturales para el control alternativo del ácaro varroa (*varroa destructor* Anderson & Truman) en colmenas de abejas (*Apis mellifera* L.) Usando gel como sustrato portador. Universidad de san Carlos de Guatemala facultad de agronomía instituto de investigaciones agronómicas. Guatemala. Pág. 20-80.
- Guzmán E. Correa A. Zozaya A. Espinosa L. Prieto D. Reyes M.... & Vázquez R. (2012). *Patología, diagnóstico y control de las principales enfermedades y plagas de las abejas melíferas*. México D.F. Editorial Yire. Pág. 58-59.

- Hall, R. Rocha P. & Rodríguez V. (2002). PLANTAS MEDICINALES VOLUMEN II. Centro Nacional de Información de Medicamentos, Universidad de Costa Rica. Pág. 5-120.
- Imdorf, A.; Bogdanov, S. Ibáñez R. Ochoa, N.; & Calderón W. (1999). Use of essential oils for the control of *Varroa jacobsoni* Oud. in honey bee colonies. *Apidologie, Springer Verlag, 30* (2-3), pp.209-228.
- Ismail, A. Ghoniemy, H. & Owayss, A. (2006, January). Combatting honeybee *Varroa* mites by plant oils alone or in an IPM program. *In The 2nd conference of Farm Integrated Pest Management Vol. 1618*, pp. 172-185.
- MAFF. 1998. *Varroa jacobsoni*: monitoring and forecasting mites populations within honey bee colonies in Britan. Ministry of agricultura, Fisheries and Food in association with the Central, Science Labororiy, 10 pp.
- Mahmood, R., Asad, S., Raja, S., Moshin, A., Wagchoure, E. S., Sarwar, G. & Ahmad, W. (2014). Control of *Varroa destructor* (Acari: Varroidae) in *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae) by using Plant Oils and Extract. *Pakistan J. Zool, 46*(3), 609-615.
- Romeh, A. (2009). Control of varroa mite (*varroa destructor*) on honey bees by sycamore leaves (*Ficus Sycomorus*). *Journal of Applied Sciences Research*, (February), 151-157.
- Rosenkranz, P., Aumeier, P., & Ziegelmann, B. (2010). Biology and control of *Varroa destructor*. *Journal of invertebrate pathology, 103*, S96-S119.
- Ruiz J. Flores J. Ruz J. Puerta F. y Campano F. (1998). Eficacia de plantas medicinales contra *Varroa jacobsoni* Oud en laboratorio. Centro Andaluz de

Apicultura Ecológica (CAAPE). Ctra. N-IV, km 396.A. 14071Córdoba
(España). Pág. 1-7.

Salamanca G. Osorio M. P. & Rodríguez N. (2012); Presencia e incidencia forética de *Varroa destructor* A. (Mesostigma: Varroidae) en colonias de abejas *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae), en Colombia; *Zootecnia Trop. vol.30 no.2*

