

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”
FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS Y FORESTALES
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA



**“EVALUACIÓN DE LA EFICACIA DE ACEITES ESENCIALES, COMO
ALTERNATIVA DE CONTROL PARA LA VARROA”**

Por:

JUAN PABLO MEJIA VASQUEZ

Tesis presentada a consideración de la **UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”**, como requisito para optar el Grado Académico de Licenciatura en Ingeniería Agronómica.

Noviembre 2016

TARIJA-BOLIVIA

VºBº

.....
M.Sc. Ing. Nabor Mendizabal
DOCENTE GUIA

.....
M.Sc. Ing. Linder Ezpinoza Márquez
**DECANO DE LA FACULTAD DE
CIENCIAS AGRÍCOLAS Y
FORESTALES**

.....
M. Sc. Ing. Henry Valdez Huanca
**VICEDECANO DE LA FACULTAD DE
CIENCIAS AGRÍCOLAS Y
FORESTALES**

APROBADA POR:

TRIBUNAL:

.....
M. Sc. Lic. Ing. Henry Valdez Huanca
TRIBUNAL

.....
M. Sc. Lic. Ing. Yerko Sfarich Ruiz
TRIBUNAL

.....
M. Sc. Ing. Víctor Villarroel V.
TRIBUNAL

El tribunal calificador del presente trabajo no se solidariza con la forma, términos, modos y expresiones vertidas en el mismo, siendo éstas responsabilidad del autor.

DEDICATORIA

Dedico a Dios por haberme dado la vida, entendimiento, salud y sabiduría y ayudarme a iluminar mi camino y mis metas; a mis Padres Zenaida Vasquez Alvarez y Juan Mejia Saravia; a mis hermanas Alejandra, Valeria, Maria y mi abuela Juana Saravia, quienes me apoyaron en todo momento; a toda mi familia que me guio por el camino correcto y fueron los pilares fundamentales para que culmine mi carrera profesional.

AGRADECIMIENTOS

A Dios por guiar cada paso que he dado en mi vida y las bendiciones que me manda.

A mi familia por todo el apoyo y buenos deseos que me dieron siempre.

Al Ing. Nabor Mendizábal por su constante apoyo y oportunos consejos que fueron muy importantes para que yo pueda realizar el presente trabajo.

A la Ing. Miriam Torrío, Docente de la materia de Profesionalización II, por sus consejos y asesoría y gran amistad que me brindó; agradecer también a mi tribunal calificador, Ing. Henry Valdez, Ing. Victor Villarroel, Ing. Yerko Sfarsich Ruiz por su valiosa colaboración en la revisión y corrección del presente trabajo de investigación.

A la Facultad de Ciencias Agrícolas y Forestales y a todos sus Docentes quienes fueron parte de mi formación profesional durante todo este tiempo.

INDICE

1.- INTRODUCCIÓN	9
1.1.- JUSTIFICACIÓN	12
1.2.- OBJETIVOS.....	14
- Objetivo General	14
-Objetivos específicos	14
2.- MARCO TEÓRICO	15
2.1. La abeja (<i>Apis mellifera</i>).....	15
2.2. La colonia	16
2.3. Varroa Jacobsoni.....	18
Cuadro 1. Distribución conocida de <i>Varroa destructor</i>	19
2.3.1. Ciclo Biológico	24
2.4. Daños de la Varroa a las abejas	25
- Varroasis o Varroatosis	25
¿Qué síntomas produce o como se presenta?: Sintomatología	25
Daños directos de la Varroasis.....	30
Daños indirectos de la Varroasis.....	30
¿Cómo se transmite?: Epizootiología	31
2.5. Métodos de detección y evaluación del grado de infestación de Varroa en estado forético e infestación larval: Diagnóstico	31
a) Método del agua jabonosa y alcohol	31
b) Método del azúcar en polvo	32
c) Método del éter	32
d) Método por examinación de larvas	33
2.6. ¿Cómo la curamos?: Tratamiento.....	34
Métodos actuales de control de la Varroa destructor.....	34
a) Tratamiento químico	34

b) Control sin medicamentos	34
c) Métodos alternativos y posibilidades de control	34
3. MATERIALES Y MÉTODOS	36
3.1. Materiales	36
a) Equipos y materiales:.....	36
b) Material de origen vegetal:.....	36
Metodología.....	38
Ubicación.....	38
Infraestructura	38
Diseño experimental.....	38
Variable respuesta	38
Tratamientos.....	38
Unidad experimental	39
Desarrollo del ensayo	39
Acondicionamiento del apiario	39
Trabajo Previo, determinación del porcentaje de infestación	39
Infestación inicial	40
Preparación del alimento.....	41
Aplicación de los tratamientos	41
.....	42
Evaluaciones.....	42
Infestación final.....	43
Análisis estadístico	43
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	44
Cuadro 1: Análisis de Varianza (ANDEVA).....	44
Cuadro 2: Tabla de comparación de medias Tukey	44
Grafica N° 1: % de reducción en las infestaciones de Varroa en los tres tratamientos.	
.....	45
-Tratamiento Jarabe + Aceite Esencial de Molle.....	46
-Tratamiento Jarabe + Aceite Esencial de Orégano	47
-Tratamiento testigo únicamente alimento.....	48

Análisis de costos económicos para el control de la Varroa:.....	49
Tratamientos convencionales - Tratamientos con aceites esenciales.....	49
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.	51
VI. BIBLIOGRAFÍA	53
VII. Anexos	57
- Ubicación geográfica donde se desarrolló el experimento	57
-Registro fotográfico	59
GRÁFICAS DEL ACEITE ESENCIAL DE MOLLE	64
GRAFICAS DEL ACEITE ESENCIAL DE ORÉGANO	66
GRÁFICAS DEL TRATAMIENTO TESTIGO.....	67

1.- INTRODUCCIÓN

Es indudable que ningún ser vivo puede rendir al 100% de su actividad productiva si está enfermo, la presencia de las enfermedades de las abejas se conoce desde tiempos remotos, cuando el hombre toma contacto con las abejas y comienza a estudiar este maravilloso mundo de intrigas biológicas y perfecta organización.

Ya la mitología griega a través de la leyenda de Aristeo, relata como colmenas estaban funcionando normalmente se achican y desaparecen.

También grandes filósofos y pensadores de la humanidad comienzan a observar fenómenos extraños, no habituales, en el desarrollo de las colonias de abejas. Aristóteles (384-332 AC) alcanzó a observar la podredumbre de la cría, tal vez Loque Europea o Americana, luego, entre los años 78 AC y 78 DC, Virgilio, Plinio y Conumela no solamente describen las enfermedades, si no también comienzan a recomendar tratamientos a base de orina humana o bovina y jugo de uva.

Así fue avanzando la investigación de las enfermedades que afectan a las abejas. Fue Oudemans quien, en 1904, describe la *Varroa destructor Oudemans*, como una de las más problemáticas enfermedades en estos días.

Existen muchos datos históricos sobre este tema, pero hay un punto clave en el avance de la investigación que coincide con el desarrollo industrial de la apicultura y es precisamente cuando la apicultura se transforma en una actividad productiva y comercial y, al concentrarse cantidad de colmenas, las enfermedades empiezan a diseminarse y producir serias pérdidas económicas.

Es así como se registra la primera pérdida importante de colmenas en Inglaterra, en la isla de Wight en 1906 y, a partir de ese fenómeno donde mueren 200 colmenas, nace la patología moderna. Las enfermedades en las abejas producen, básicamente, grandes pérdidas económicas y en la mayoría de las ocasiones, el apicultor no las aprecia en su totalidad.

Las cosechas de miel en el Nuevo Mundo fueron mayores, sobre todo en los años 70, comparadas con las obtenidas en el Viejo Mundo (Crane, 1975), la mejora de la eficiencia en la producción en Europa y Asia redujo esta brecha. En Estados Unidos y Canadá existen aproximadamente 5 millones de colmenas, con rendimientos promedios de 18.4 Kg y 64.4 Kg respectivamente, siendo este último el mayor promedio nacional del mundo, de miel por colmena en cada cosecha.

Argentina, Canadá y México ocupan los primeros lugares de producción de miel, siendo China la única que las supera. Existen alrededor de 8 millones de colmenas manejadas en Sud y Centro América, con un promedio de 19.32 Kg. de miel por colmena / año, con una producción anual de 147.2 millones de Kilos, de los cuales 105.8 millones son exportados. Solo México exporta 55.2 millones de kilogramos de miel, convirtiéndose en uno de los mayores exportadores de miel (Crane, 1997).

Bolivia aún no figura como un productor significativo a nivel mundial. La mayor parte de miel es producida en zonas tropicales de los departamentos de La Paz, Cochabamba, Chuquisaca, Santa Cruz y en menor proporción en el Beni. Según Zambrana (1998), en el área de influencia de la apicultura existen colmenas que son mantenidas en cajones rústicos o fijos, de los cuales es muy difícil obtener rendimientos aceptables o realizar un manejo adecuado, convirtiéndose así en reservorios de parásitos y enfermedades.

La producción de miel está afectada por una serie de factores que van en desmedro de la calidad y cantidad de miel producida, estos factores van desde el manejo técnico inadecuado hasta la falta de productos y conocimientos para un adecuado control de plagas y enfermedades apícolas.

La Varroa (*Varroa destructor* O.) es considerada el parásito y la plaga más importante de las abejas (*Apis mellifera*) a escala mundial, que en los últimos años ha provocado grandes pérdidas a la apicultura, desde las mermas económicas significativas, pasando por pérdidas de colmenas, hasta la desaparición de Apiarios enteros (De Jong et al, 1982).

La infestación ha llegado a tal grado, que encontrar una colmena libre de este parásito es muy raro. Su presencia en el país se hace cada vez más devastadora, debido a que las colmenas no tratadas van muriendo poco a poco, o no son aprovechadas en su real potencial (Zambrana, 1998).

1.1.- JUSTIFICACIÓN

Desde 1975 comenzaron en Europa y América los problemas con daños severos de colmenas con *Varroa destructor* y desde entonces se ha experimentado una serie de controles y medicamentos, pero hasta la fecha no se cuenta con el medicamento ideal. En la actualidad hay muy buenos medicamentos con una eficacia de hasta el 98%, pero a veces no están al alcance de todos los apicultores.

Para entender la importancia de brindar tratamientos oportunos, efectivos y que no afecten a la colmena, debe comprenderse que la actividad apícola es una producción intensiva, eficiente y lo más próxima a la vida natural que tienen las abejas.

Esto es importante para evitar, en la medida posible, el estrés que se le va a provocar a las abejas con las técnicas de manejo aplicadas por los apicultores.

En los últimos años, el control de la *Varroa* se realiza fundamentalmente en base al uso de químicos sintéticos, principalmente piretroides, como el fluvinato, que es de disponibilidad limitada.

Otros productos muy poco usados y de limitado alcance fueron el órgano fosfato, y también el ácido fórmico.

Los anteriores productos enfrentan inconvenientes relacionados a su utilización en la apicultura. Un problema con el uso de fluvinato ha sido el desarrollo de la resistencia por parte de las varroas existe preocupación con respecto al nivel de toxicidad, por lo que en la apicultura mundial, existe mucho interés en desarrollar nuevos productos que permitan un control integrado de la *Varroa destructor*, con particular interés en componentes de origen natural. (Elzen *et al*, 2000).

Eischen y Wilson en 1997, demostraron en condiciones de laboratorio, en cajas controladas, con un reducido número de abejas (entre 300 y 400 en

cada una) que el humo de las hojas de pomelo y creosote, respectivamente, puede causar la caída y muerte de varroas que infestan abejas adultas. Este, como otros descubrimientos ha permitido iniciar una búsqueda en diferentes especies vegetales, tratando de identificar un tratamiento natural de control para la *Varroa* que no afecte a las abejas ni la miel.

La demanda por productos naturales va en aumento progresivo, lo mismo que las exigencias de los mercados internacionales. Por ello existe la necesidad de evaluar alternativas de control sobre el ácaro *V. destructor*, dentro de un programa de manejo integrado de la enfermedad.

Diversos autores han demostrado que los aceites esenciales están constituidos principalmente por compuestos terpénicos y fenólicos, siendo estos últimos los responsables de las propiedades acaricidas o de repelencia sobre la *Varroa destructor*.

1.2.- OBJETIVOS

Por lo expuesto anteriormente, el presente trabajo de investigación se basa en los siguientes objetivos:

- Objetivo General

- Buscar alternativas biorracionales y de origen natural, para el control de la *Varroa destructor* O. a través del uso de aceites esenciales dosificados en el alimento suplementario para las abejas.

-Objetivos específicos

- Evaluar y comparar el efecto de Aceite esencial de Orégano (*Origanum vulgare*) sobre el control de la Varroa.
- Evaluar y comparar el efecto de Aceite esencial de molle (*Schinus molle*) sobre el control de la Varroa.
- Determinar el aceite esencial con mayor eficacia sobre el control de la Varroa.
- Evaluar y comparar los costos económicos del tratamiento con aceite esencial de molle y otros tipos de tratamiento convencionales.
- Evaluar y comparar los costos económicos del tratamiento con aceite esencial de orégano y otros tipos de tratamiento convencionales.

2.- MARCO TEÓRICO

2.1. La abeja (*Apis mellifera*)

La abeja melífera es clasificada según Wiese (1985), de la siguiente manera:

REINO: Animalia
PHYLUM: Arthropoda
CLASE: Insecto
ORDEN: Hymenóptera
SUBORDEN: Apoidea
FAMILIA: Apidae
GENERO: *Apis*
ESPECIE: *mellifera*



Figura 1. Abeja Obrera Adulta, sobre un panal. (MAAREC, 1999)

El género *Apis* fue descrito en 1775 por Ruttner. Las primeras abejas aparecieron en fósiles que datan de hace 40 millones de años. Parecen haber desarrollado el comportamiento social hace ya 30 millones de años.

Winston (1987) afirma que las abejas se originaron muy probablemente en África tropical, invadiendo del sud de África al norte de Europa y hacia el este, entrando en la India y China. Se introdujeron en América en los barcos de los colonizadores europeos habiéndose distribuido ya mundialmente. Dietz (1997) afirma que con la excepción de las regiones polares extremas, la especie de abeja *Apis mellifera* puede ser encontrada en todas las partes del mundo, ningún otro insecto ha recibido tanta atención, no solo por sus características productivas tanto de miel, polen, propóleos, cera y su efecto polinizador, sino también desde una perspectiva científica.

La primera introducción en América del Norte fue hacia el año 1622, en la isla de Cuba en 1763, en Australia en 1822, en Nueva Zelanda en 1842, en Brasil en 1839, y en Chile en 1897 (Morales Velazquez, 2004).

Los tipos de abeja encontrados en Bolivia son híbridos, (Gonalves, 1982) y es más apropiado referirse a ellas como abejas africanizadas, por ser polihíbridos, resultantes de los cruzamientos entre las abejas africanas *Apis mellifera scutellata* Lepelletier (1836), anteriormente clasificadas como *Apis mellifera adansonii* Latreille (1804), y las razas europeas *A. m. mellifera* Linnaeus (1758), *A. m. ligústica* Spínola (1806), *A. m. cárnica* Pollmann (1879), *A. m. caucasica* Gorbachev (1916)], que fueron introducidas en América antes de la llegada de las africanas en 1956, predominando, en estos polihíbridos, las características morfológicas y comportamiento de las africanas (Kerr, 1957 citado por Wiese, 1985).

2.2. La colonia

Winston (1997) describe las características sociales de las abejas del género *Apis Mellífera* como insectos que forman unidades sociales de entre cincuenta a ochenta mil individuos, con diferenciación de tres castas, o tipos de individuos, que componen la colonia, la hembra reina, las obreras y el

macho zángano. Existe en la colonia solo una reina, que coloca entre 175.000 y 200.000 huevos anualmente, además produce feromonas, un químico que controla y organiza el funcionamiento al interior de la colonia (Revisado por Free 1987 y Winston 1987). Las obreras, cuyo número es variable según la época del año, y los recursos alimenticios, cumplen funciones determinadas fundamentalmente por su edad. Estas funciones se dividen en cuatro categorías:

- Limpieza y cerrado de celdas.
- Atención de la cría y reina.
- Construcción de panales, limpieza de la colonia y manejo de alimento.
- Tareas externas a la colmena. (Winston, 1987)

El último tipo de individuo es el de los zánganos, los más sencillos en cuanto a responsabilidades se refiere, que tienen como única función fecundar a las reinas vírgenes de su colonia o de otras circundantes, después de lo cual mueren. Los primeros días después de emerger de su celda son alimentados por obreras, pero luego se alimentan por sí mismos, hasta que madura el semen, entonces realizan sus vuelos de patrullaje en espera de reinas. Los vuelos generalmente se realizan entre las 14 y las 16 horas, durante 25 a 32 minutos cada uno; un zángano puede realizar varios vuelos al día (Howell y Usinger, 1933; Lensky et al., 1985; Oertel, 1956, Otis 1986; Rutter, 1966; Witherell, 1971, citados por Winston, 1987).

Las reinas y las obreras desarrollan de huevos fertilizados que se convierten en hembras diploides, con ambos sets cromosómicos (Winston, 1987). La diferencia entre ambos tipos es de carácter nutricional, la reina recibe, su vida entera, Jalea real acompañada de una alimentación rica; la

obrero recibe una alimentación liviana a base solamente de polen, miel y Jalea real solo los primeros dos días de su estado larval.

Los zánganos desarrollan de un óvulo no fertilizado, que resulta en un individuo Haploide, con un solo set de Cromosomas (Winston, 1987).

2.3. *Varroa Jacobsoni*

Ritter (1981) clasifica a la Varroa de la siguiente manera:

REINO: Animalia
PHYLUM: Arthropoda
CLASE: Arácnida
ORDEN: Acari
FAMILIA: Varroidae
GENERO: *Varroa*
ESPECIE: destructor O.

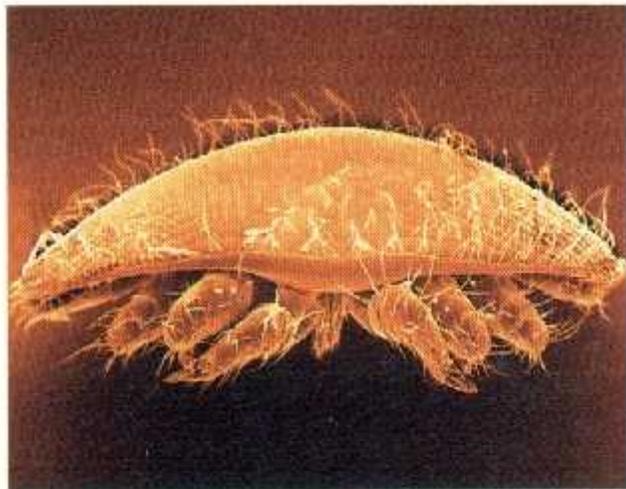


Figura 2. Varroa hembra adulta, (MAAREC, 1999)

La Varroa fue reportada por primera vez en 1904 por Jacobson, parasitando originalmente a la abeja de la India, **Apis cerana**, en la isla de Java. Posteriormente, Oudemans (1904) presentó una descripción detallada del ácaro en colonias de **Apis cerana**. El primer reporte de *Varroa destructor* atacando a **A. mellifera** fue en 1962 de una muestra enviada al laboratorio del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA), proveniente de Hong Kong.

Cuadro 1. Distribución conocida de Varroa destructor

Continente y País	Año de Reporte	Referencia
Asia		
Java (Indonesia)	1904	Oudemans 1904
Sumatra (Indonesia)	1912	Buttel-Reepen 1920
Singapur	1948	Gunther 1951
U.S.S.R.	1949	Langhe et al. 1976
Japón	1955	Smirnov y Chernov 1976
China	1959	Akratanakul y Burgett 1975
India	1961	Subhapradha 1961
Filipina, Hong Kong, Malaya	1963	Delfinado 1963
Vietnam	1967	Stephen 1968
Korea	1968	Choi y Woo 1974
Camboya	1968	Ehara 1968
Tailandia	1968	Laigo y Morse 1969
Taiwan	1974	Akratanakul y Burgett 1975
Irán	1978	Crane 1978
Pakistán	1978	Cromroy y Kloft 1980
Bangladesh, Laos	1978	Marin 1978
Turquia	1978	Ritter 1981
Líbano	1980	Popa 1980
Burma	1981	Nyein y Zmarlicki 1982

Nepal	1983	Nixon 1983
Nueva Guinea	1986	Wedening 1987
Israel	1986	Yakobson et al. 1986
Europa		
U.S.S.R.	1949	Langhe et al. 1976
Bulgaria	1967	Samsinak y Haragsim 1972
Alemania del Este	1971	Claerr 1977
Rumania	1975	Orosi-Pál 1976
Polonia	1975	Koivulehto 1976
Finlandia	1976	Hansen 1983
Yugoslavia	1977	Lolin 1977
Grecia	1978	Crane 1979
Checoslovaquia	1978	Hanko 1978
Hungría	1978	Buza 1978
Italia	1979	Frilli 1983
Países Bajos	1982	Accorti y de Pace 1983
Francia, Australia	1982	Louveaux 1983
Bélgica, Suiza	1984	Borneck 1987
España	1985	Borneck 1987
Suecia	1987	Borneck 1987
Africa		

Tunisia	1975	Hicheri 1978
Libia	1976	Crane 1979
Argelia	1981	Borneck 1987
Sud América		
Paraguay	1971	Gonzalves et al. 1981
Brasil	1972	De Jong y Gonzalves 1981
Argentina	1975	Gonzalves et al. 1981
Uruguay	1976	Gonzalves et al. 1981
Bolivia	1980	Stearman 1981
Perú	1985	W. Kerr, (comunicación) 1987
Chile	1986	Mendoza et al. 1987
Norte América		
USA.	1987	Anónimo 1987.
<i>Fuentes: De Jong, 1990, Honey Bee Pests, Predators, and Diseases. (Cuadro 1)</i>		

En 1951, la Varroa fue encontrada en Singapur. De 1962 a 1963 fue encontrada parasitando a *Apis mellifera* en Hong Kong y Las Filipinas (Delfinado 1963). En Bolivia se reportó por primera vez en 1980 (Cuadro 1). En Florida, la Varroa se ha encontrado entre los insectos que se alimentan del néctar y polen de las flores como *Bombus pennsylvanicus* (Hymenoptera: Apidae) y *Palpada vinetorum* (Diptera: Syrphidae). También se la ha encontrado sobre *Phanaeus vindex* (Coleoptera: Scarabaeidae) (Kevan et al. 1990, citado por De Jong, 1990). Pero la Varroa no se puede reproducir en estos insectos, y son solo medios de transporte para distancias cortas.

Las especies y razas de abejas que sirven de hospedero a la Varroa son: *Apis cerana*, *A. koschevnikovi*, *A. mellifera*, *A. m. capensis*, *A. m. carnica*, *A. m. iberica*, *A. m. intermissa*, *A. m. ligustica*, *A. m. macedonica*, *A. m. meda*, *A. m. scutellata*, y *A. m. syriaca*.

Delfinado y Baker (1984) describen a la hembra adulta de *Varroa destructor* como oval y plana, de cerca de 1.1 milímetros de largo y 1.5 milímetros de ancho, de color café rojizo, y puede ser fácilmente visible a simple vista. El macho es considerablemente más pequeño y de color pálido a rojizo brillante. Bambara y Ambrose (1994) concluyen que la *Varroa destructor* es un ácaro café-rojizo, de más o menos el tamaño de la cabeza de un alfiler, que es visible fácilmente a trasluz. Las hembras fertilizadas se alojan en celdas con larvas ya bien constituidas. Las celdas de los zánganos son las preferidas, pero también las obreras son infectadas. Este ácaro se alimenta tanto del alimento de la larva como también puede insertarse a la epidermis y consumir la hemolinfa o sangre de la abeja, ya sea larva o adulta.

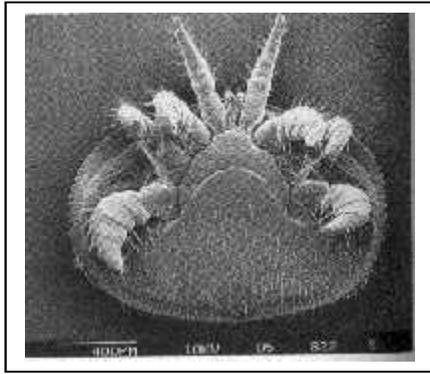


Figura 3. Hembra adulta

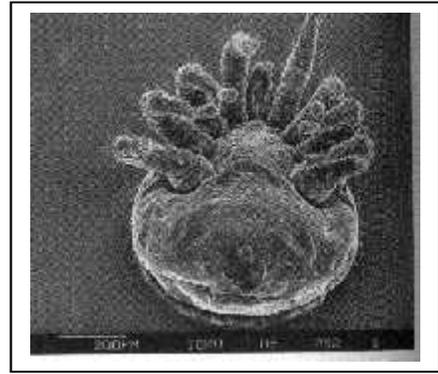


Figura 4. Macho adulto

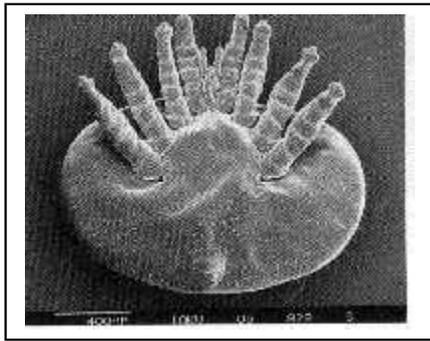


Figura 5. Hembra deutoninfa

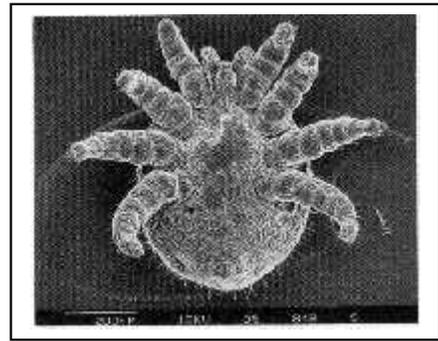


Figura 6. Protoninfa

Figuras 3, 4, 5, 6. Varroa en distintos estados de desarrollo. (Fotos por Steiner. 1990. Honey Bee pests, predators, and diseases.)

Debido a que la Varroa puede causar la muerte de una colonia de *Apis mellifera*, se cree que el desarrollo de esta particular relación de hospedero parásito permanece aún incompleta o en evolución.

El hospedero original, *Apis cerana*, soporta poblaciones de ácaros sin colapsar y *Apis m. scutellata* (La abeja africana) parece tener algún tipo de resistencia o tolerancia a la Varroa (Ritter, 1981).

2.3.1. Ciclo Biológico

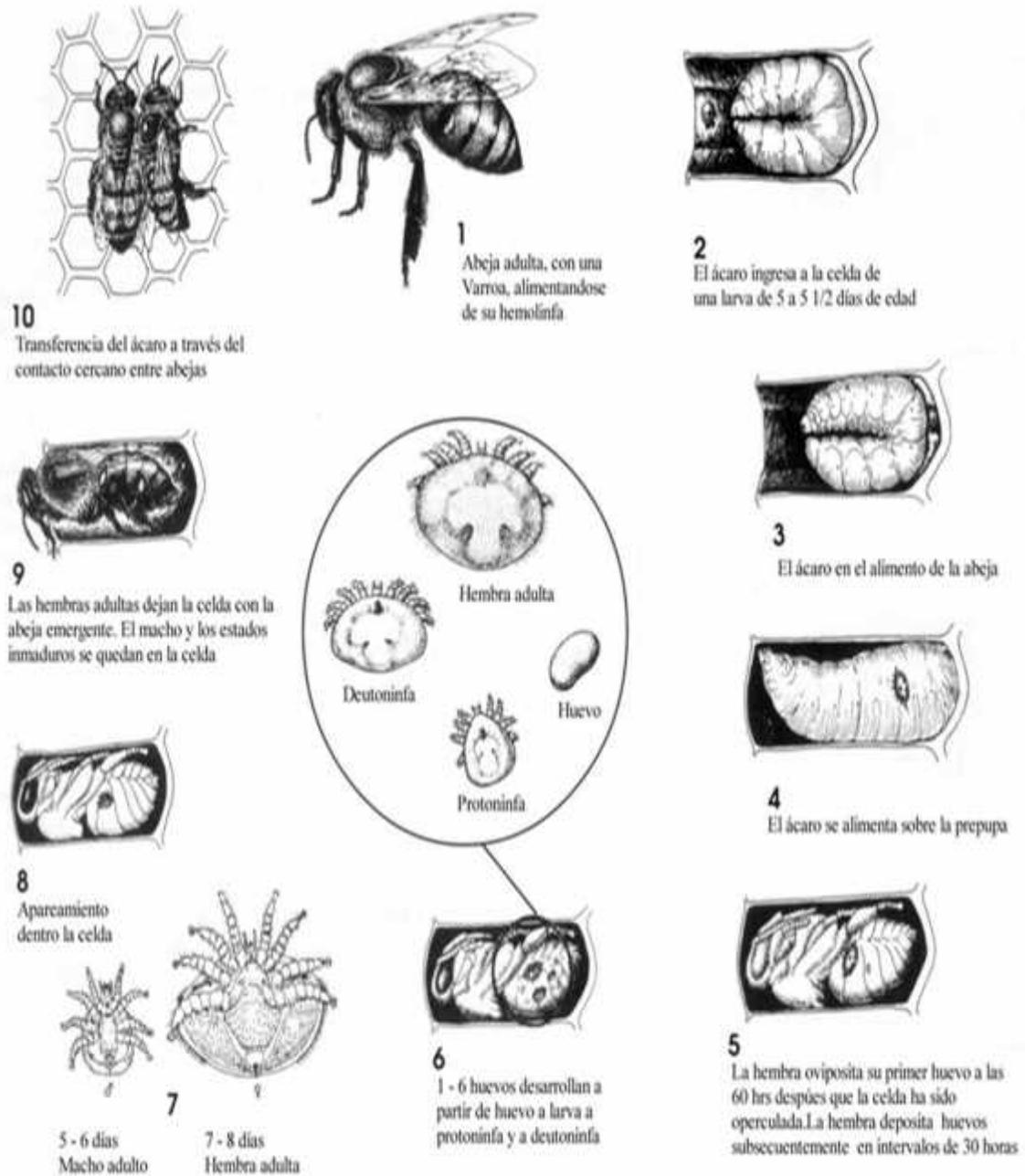


Fig.7.-Ciclo evolutivo de *Varroa destructor*, (American Bee Journal, Vol.127, Nº11, p.755)

Bambara y Ambrose (1994) describen el ciclo biológico de la Varroa de la siguiente manera: Una hembra fertilizada coloca un huevo cada 36 horas en una pared de la celda infestada. El Primer huevo generalmente es un macho que permanece en las celdas, comenzando de un huevo pasando a protoninfa y luego a deutoninfa para convertirse en adulto. Los otros huevos son hembras que se alimentan y crecen en la celda, para luego aparearse con el macho y salir de la celda con la abeja. La primera hembra o la madre pasarán a otra celda mientras las hijas pasean sobre una abeja adulta hasta encontrar una larva en la cual alojarse nuevamente.

La población de ácaros o *Varroa destructor* aumenta lentamente cuando comienza de pocos ácaros, pero las características de este parásito hacen que se multiplique hasta causar una seria infestación. Cuando una larva es infestada por dos o tres ácaros, generalmente muere. Las colonias colapsan y se destruyen; muchas veces, las abejas llevan consigo ácaros a otras colmenas vecinas, principalmente los zánganos.

En base a los reportes del departamento de agricultura de los Estados Unidos, una colmena infestada tiene un estándar de vida no mayor a dos años.

2.4. Daños de la Varroa a las abejas

- Varroasis o Varroatosis

¿Qué síntomas produce o como se presenta?: Sintomatología

Este parásito se observa a simple vista (tamaños de cabeza de alfiler de color café rojizo) sobre las larvas especialmente de zánganos y también sobre el abdomen de las abejas adultas. Cuando la infestación es muy grande, comienza a verse abejas sin alas o con alas deformadas; cuando una colmena fue muerta por esta enfermedad, se observa que la colmena tiene mucha miel, polen, algo de cría y no hay ninguna abeja adulta, como si

hubiesen abandonado la colmena, previo a este síntoma, se puede observar un puñado de abejas acompañando a la reina.

Otro síntoma interesante que se manifiesta cuando hay graves ataques, es que la cría operculada presenta una perforación central, síntoma de abeja muerta.

Cuando se desopercula esta cría, se encuentra con abejas a punto de nacer con alas deformadas y seguramente con la presencia de este paracito.

La Varroa es un parásito que por alimentarse de la hemolinfa de las larvas y abejas adultas, transmite todo tipo de enfermedades, por lo tanto también es común encontrarse con cría salteada, con larvas enfermas de Loque Europea y/o Americana, cría yesificada o virosis.

También transmite a las abejas adultas la Nosemosis entonces, cuando se combinan estas enfermedades, la situación resultante es una gran pérdida de colonias.

Existen muchos reportes de severos daños y pérdidas de muchos miles de colonias causados por la infestación de Varroa destructor, especialmente en áreas templadas de Europa y Asia (Chun. 1965; Grobov, 1977; De Jong et al., 1982; Choi, 1986). Las abejas adultas no solo sufren la pérdida de hemolinfa, a causa de este ácaro, sino también pueden sufrir la transmisión de microorganismos, llegando a una reducción considerable de su esperanza de vida (De Jong y De Jong, 1983).

Este ácaro se considera como el parásito más importante a nivel mundial en la apicultura.



Figura 8. Abeja parasitada por dos Varroas. MAAREC, 1999

La infestación de colonias individuales generalmente aumenta muy lentamente en un periodo de varios años. Al comienzo, cuando cada colonia tiene solo unas cuantas hasta pocos cientos de varroas, hay pocos signos de daños o los síntomas de infestación son poco notorios. Durante este periodo las varroas se diseminan a otras colonias de abejas. Eventualmente, abejas con alas dañadas pueden ser observadas, caminando o arrastrándose en las entradas (Oku et al. 1983). Cuando la población de este ácaro llega al 30-40% o más de la población de abejas, existe un rápido descenso en el número de abejas adultas, aparecen daños severos en las larvas que, superficialmente, parecen ser resultado de la enfermedad de Loque Europea y finalmente la colonia colapsa o muere, al final de la primavera u otoño (De Jong, 1984).

Los niveles de infestación en las celdas de obrera aumentan dramáticamente a finales del verano, y frecuentemente llegan a un promedio de más de una Varroa por celda (De Jong, 1984). En muchas áreas, como el

este de Alemania, todas las colonias que no reciben tratamiento mueren en un lapso de 2 a 4 años.

El daño individual a las abejas que emergen de celdas infestadas con ácaros, incluyen: reducciones en la frecuencia de vuelos de los zánganos (Schneider 1986); 6-25% en pérdida de peso de obreras, dependiendo del grado de infestación (De Jong et al. 1982); y reducción del 34-68% en la media de vida (De Jong y De Jong 1983). La actividad alimenticia de los ácaros durante el estado larval causa apreciables pérdidas (15-50%) en los contenidos proteínicos de la hemolinfa y el volumen total de hemolinfa de las abejas emergentes (Smirnov, 1978; Weinberg y Mardel, 1985; Engels y Schatton, 1986; citados por De Jong, 1990).

Aunque el daño individual es difícil de detectar, excepto en casos donde la infestación es realmente alta, (Daly, et al. 1988) encontraron virtualmente ningún cambio morfológico en abejas infestadas con 1 – 2 varroas y muy pequeñas reducciones, del 1 al 3%, en el largo de las alas y las medidas de vena. El daño al exoesqueleto es menor en lo absoluto, excepto en altos niveles de infestación.

Cuando cinco o más ácaros ingresan a una sola celda, existe una alta probabilidad que la abeja en desarrollo en esa celda, si esta sobrevive, saldrá con alas dañadas. Aunque, en grados moderados o altos de infestación solo un pequeño porcentaje de larvas presentan tantos ácaros sobre ellas. Pero aun así, una o dos varroas que infestan una larva causan que esta emerja como una abeja adulta que es significativamente más pequeña que el promedio y tiene una media de vida menor, (De Jong et al., 1982; De Jong y De Jong, 1983) estos efectos no son visibles al apicultor. Por lo tanto, cuando algunas abejas con alas deformes pueden ser observadas en la entrada, estos efectos visibles son solo una fracción pequeña del daño a la colonia, y la infestación está ya extremadamente avanzada (De Jong, 1990).

Cómo la infestación de Varroa mata una colonia de abejas, está aún sin resolverse completamente. Las abejas de colonias que mueren por infestación de Varroa fueron examinadas y se encontró que estaban infectadas con el virus Acute de parálisis (Smirnov, 1978; Ball, 1983-1985; Ritter et al., 1984); este virus puede, según parece ser transmitido por Varroa Jacobsoni. De acuerdo con Ball (1986), "El virus de parálisis Acute fue la causa primaria de la mortalidad en abejas, tanto adultas como larvas en las colonias alemanas de *Apis mellifera* infestadas con *Varroa jacobsoni*". Otros patógenos son aparentemente diseminados por *V. jacobsoni* incluyendo *Proteus vulgaris* Hauser, (Horn, 1984) y *Hafnia alvei* Moller (Strick y Madel, 1986).



Figura 9. Abejas afectadas por el daño de Varroa (MAAREC. 1999. Parásitos de la *Apis melífera*, enfermedades, y depredadores)

Debido a que la Varroa debilita individualmente a cada abeja, es más difícil para una colonia infestada, mantener la sanidad y las condiciones ambientales al interior de la colmena; por lo que son más susceptibles a otros agentes patógenos. En adición a lo anterior, la punción del tejido de la abeja infestada con Varroa facilita la invasión de agentes infecciosos sobre todo aquellos que lleva este ácaro.

Está demostrado que las causas principales de la muerte de una colonia de abejas infestada por Varroa son infecciones tanto virales como de otro origen, en segundo plano están los problemas causados por la acumulación de daños fisiológicos a un grado crítico en las abejas adultas de la colonia (De Jong, 1990).

Daños directos de la Varroasis

- a) **Disminución de las proteínas de la hemolinfa:** las varroas se alimentan de las proteínas de la hemolinfa o sangre de las abejas; en las larvas, se observa que no pueden completar su desarrollo y se observan abejas o con alas deformadas.
- b) **Disminución de la longevidad de las abejas:** las abejas que llegan a nacer se encuentran anémicas, débiles y cuando comienza su etapa de pecoreo mueren en el campo. Una abeja atacada por Varroa vive la mitad de su vida.
- c) **Nacimiento de abejas débiles y sin alas:** se observan abejas con abdomen corto, reducidas en su tamaño, sin alas o con alas deformadas, estas abejas no son aptas para el pecoreo y son eliminadas por la colonia.

Daños indirectos de la Varroasis

- a) **Disminución de la resistencia a los pesticidas:** la falta de proteínas en su hemolinfa disminuye la capacidad del organismo ante un ataque de pesticidas, sobre todo cuando los apicultores llevan colmenas a polinizar cultivos.
- b) **Inoculación de agentes patógenos:** el accionar de la Varroa que, con su aparato bucal corta la piel y chupa la hemolinfa,

hace que inyecte bacterias, virus y hongos, transmitiendo otras enfermedades.

- c) Aparición de micosis:** no solamente por la inoculación de hongos como cría yesificada, sino por su súbita despoblación de la colonia, al morir la pecoreadora hace que las abejas nodrizas ocupen su lugar muy tempranamente y el nido de cría sufre un estrés nutricional y térmico; estas son las mejores condiciones para el desarrollo de la cría yesificada.

¿Cómo se transmite?: Epizootiología

En la actualidad, este parásito se encuentra en todo el mundo, habita donde hay abejas, tiene la posibilidad de caminar y treparse a cualquier abeja llevada por esta a cualquier colmena, puede estar 114 horas con vida sobre una flor, esperando la visita de una abeja para ser trasladada a cualquier colonia.

La transmisión común entre los apicultores es en la compra de núcleos o paquetes de abejas que no estén debidamente desparasitados, como así también con el comercio de reinas fecundadas o vírgenes que se transportan en jaulitas con sus acompañantes.

Los servicios de polinización son otro factor de riesgo para la difusión de esta enfermedad. Por esto, siempre se debe tratar las colmenas antes de realizar la trashumancia.

2.5. Métodos de detección y evaluación del grado de infestación de Varroa en estado forético e infestación larval: Diagnóstico

Existen muchos métodos de detección y diagnóstico, los principales son:

a) Método del agua jabonosa y alcohol

Consiste en sacrificar un grupo de abejas, que se encuentre encima de los panales de cría, en 200 ml de una solución detergente al 0.4% o de

alcohol al 75 – 95%. Esta muestra debe ser agitada vigorosamente por varios minutos, y luego se debe pasar por una malla, para retener o separar las abejas. El líquido se debe filtrar por una tela blanca, sobre la cual las varroas podrán ser vistas fácilmente (De Jong et al., 1982). Las abejas deben ser contadas y revisadas nuevamente por si alguna Varroa quedó con ellas. El número de varroas se divide entre el número abejas y se lo expresa como porcentaje, o número de varroas por cada cien abejas. *Un tratamiento de control se recomienda al 3% de infestación.*

b) Método del azúcar en polvo

En un frasco se recogen, de los panales de cría, un grupo de abejas. Se cierra el frasco con una tapa de malla menor a 0.4 milímetros, se añade azúcar en polvo encima de las abejas. Se agitan las abejas para que el polvo las cubra totalmente. Luego, sobre una superficie blanca, se sacude el frasco boca abajo, las varroas que se encuentre parasitando ese grupo de abejas caerán sobre la superficie y serán fácilmente visibles. Las abejas luego son liberadas. Es un método de detección más que de diagnóstico, pero se puede estimar el número de abejas y de esta manera estimar un porciento de infestación (Mangum, Comunicación Personal).

c) Método del éter

Se procede con el mismo sistema de recolección de abejas que en método anterior, en un frasco de vidrio transparente. Se sacrifican las abejas introduciendo spray de éter en el frasco. Se inclina el frasco para dejar el eje mayor horizontal, y se gira el frasco sobre ese eje. Las Varroas quedarán adheridas a la pared del frasco. Este método es muy similar al anterior, tiene finalidad de detección (MAAREC, 1999).

(Número de varroas/ Número de abejas) *100= % de infestación en abeja adulta.

d) Método por examinación de larvas

Para buscar varroas sobre las larvas se revisan preferentemente las larvas de zánganos. La *Varroa destructor* puede ser fácilmente reconocida sobre la superficie blanca de las larvas. El método consiste en extraer las larvas y examinarlas; se requieren por lo menos 100 larvas examinadas. El instrumento más usado en este método de inspección es un tenedor desoperculador, introduciéndolo en las celdas de zánganos operculados; las larvas de esas celdas quedarán en medio de los dientes. (MAAREC, 1999).

$(\text{Número de varroas} / \text{número de celdas abiertas}) * 100 = \% \text{ de infestación en cría.}$

Mucho se ha dicho sobre los niveles o porcentaje de infestación para poder curar. Algunos afirman que, hasta un 5%, la colmena puede aguantar sin curar, pero en realidad la multiplicación de este parásito es muy rápida y no hay que darle tiempo. Cinco hembras de Varroa en 5 meses producen 5000 varroas.

Hay que tener mucho cuidado con los diagnósticos porque de acuerdo con una gran cantidad de investigaciones se concluye que, en una colmena parasitada, un 30 a 40% de las varroas está sobre las abejas adultas, pero un 60 a 70% de estos ácaros se encuentra parasitando la cría. Por lo tanto se recomienda realizar análisis de abeja adulta y de cría, para tener un resultado más certero.

2.6. ¿Cómo la curamos?: Tratamiento

Métodos actuales de control de la Varroa destructor

a) Tratamiento químico

Bandas plásticas impregnadas con plaguicidas, como el fluvinato o flumetrina son usadas para el control de estos ácaros. Las varroas tienen que estar en contacto con el producto para que el método sea efectivo. Se colocan estas bandas de plástico entre los marcos de cría, por un periodo de entre seis y ocho semanas. El tratamiento debe terminar dos semanas antes que comience la temporada de producción o gran flujo de néctar. No se debe usar este producto en colmenas en producción. El uso de químicos deja residuos contaminantes, tanto en la miel como en la cera. (Shimanuki, et al 1997)

b) Control sin medicamentos

Se colocan marcos trampa que consiste en marcos con celdas de zángano en su totalidad, que luego son descartados y fundidos. Se remueve la cría infestada con Varroa a medida que ésta es sellada. Se ha demostrado que las celdas de zángano son las preferidas por la Varroa (Me'lnik y Muravskaya, 1981; Schulz et al., 1983), pero la Varroa puede reproducirse también en celdas de obrera. Este método es costoso en tiempo y trabajo, y aun así las colonias eventualmente se ven severamente infestadas (Rosenkranz y Engels, 1985).

c) Métodos alternativos y posibilidades de control

Recientes pruebas se están realizando en Argentina, usando hilos blandos de algodón empapados en Vaselina líquida que, a través de un proceso mecánico, controla las poblaciones de varroas. La vaselina líquida cubrirá el cuerpo de la Varroa impidiéndole respirar, muriendo asfixiada.

Eischen et al, en 1997, descubrieron que el humo de algunas plantas, puede causar la caída de las varroas y más, su muerte. La investigación y

búsqueda de alternativas para el control de la Varroa bajo este principio, continúan. Algunos resultados del uso de los concentrados de extractos de ciertas plantas han mostrado la gran actividad biológica en la caída de *Varroa destructor* que posee algún componente, presumiblemente de origen fenólico y/o terpénicos.

El Thymol es un compuesto fenólico nuevo, pero que está muy difundido ahora en Europa, se usa como un tratamiento comercial para el control de la Varroa. El uso de compuestos fenólicos de origen natural es un instrumento muy atractivo en futuros programas de control integrado de la *Varroa destructor* (Elzen, et al, 2000). La tendencia actual también llama a la combinación de estos productos, con el uso de pisos trampas que consisten en modificaciones al piso, creando un doble fondo con una malla que permita caminar a las abejas sobre ella, pero que deje caer a las varroas. Las varroas mueren en el fondo al no poder retornar sobre las abejas (Pettis y Shimanuki, 1999).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Materiales

a) Equipos y materiales:

- Equipos de protección
- Ahumador
- Palanca multiusos
- Cámara fotográfica
- 9 Alimentadores
- Alimento (agua/azúcar - 1L/1Kg)
- Frascos plásticos
- Cuchillo o navaja
- Libreta de campo
- Bolígrafo
- Peinetas

b) Material de origen vegetal:

Los aceites esenciales fueron adquiridos de la empresa UNEC, estos son extraídos por arrastre de vapor y son producidos en la ciudad de Sucre. Se empleó de dos especies vegetales diferentes:

Producto: Aceite Esencial de Orégano

Es una sustancia natural que se extrae de plantas de orégano; dos compuestos clave que se encuentran en ella son el **carvacrol** y el **timol**.

Tipo de extracción: Destilación al vapor de la planta en flor una vez seca.

Nombre común: Aceite de orégano.

Nombre científico: Origanum vulgare.

Características:

Aspecto: Líquido fluido poco viscoso.

Color: Amarrillo pálido (se vuelve marrón con el tiempo).

Olor: Cálido, especiado herbáceo y alcanforado. Exento de olores atípicos.

Efecto: Antiséptico, antitóxico, antivírico, bactericida, diaforético, Fungicida, parasiticida, tónico.

Usos: *En ningún caso debe utilizarse sobre la piel.*

Características físico-químicas:

Peso específico: 0,89 – 0,93

Punto de ebullición (°C): 190

Punto de inflamación (°C): 67

Solubilidad: Insoluble en agua.

Producto: Aceite Esencial de Schinus Molle

Las hojas y las frutas contienen el aceite esencial; y está compuesto de **pineno, fenol, timol, felandreno, gomoresina oxidasa.**

Tipo de extracción: Destilación al vapor de las hojas y/o frutos frescos.

Nombre común: Aceite de Schinus Molle

Nombre científico: Schinus Molle L.

Características

Aspecto: Líquido fluido transparente.

Color: Amarrillo pálido.

Olor: Cálido, sabor especiado.

Efectos: antibacterial, antimicrobial, antifúngico, antiviral, antiespasmódico, balsámico, citotóxico, diurético, estimulante.

Características físico-químicas

Peso específico: 0,830 – 0,850

Punto de inflamación (°C): 68

Solubilidad: 1:1 Etanol 70±

Metodología

Ubicación

El presente estudio se realizó en el apiario “LA CONCEPCIÓN” en el municipio de Culpina, correspondiente a la provincia Sud Cinti del departamento de Chuquisaca, ubicado a 20° 49’ 33” latitud Sud y a 64° 56’ 54” longitud Oeste y una altitud de 2.980 msnm.

Infraestructura

El apiario La Concepción está ubicado en la comunidad de Pueblo Bajo en el municipio de Culpina.

Las colmenas estaban saliendo de la época invernal, así que se encontraban con poca cantidad de cría.

Diseño experimental

La eficacia de los aceites esenciales dosificados en alimento de abejas fue evaluada utilizando un diseño experimental completamente al azar (CCA), con tres repeticiones.

Variable respuesta

De acuerdo con los objetivos de esta investigación, la variable respuesta que se evalúa es la proporción de Varroa controlada.

Tratamientos

Los tratamientos fueron correspondientes a los aceites esenciales a probar, más un tratamiento adicional con un grupo testigo sin ningún tipo de aceite esencial; cada uno con tres repeticiones. La cantidad de aceite

esencial que se usó fue de cuatro ml por litro de alimento. Se trabajó con nueve colmenas.

Tratamiento 1 = Alimento con aceite esencial de Orégano *Origanum vulgare*.

Tratamiento 2 = Alimento con aceite esencial de molle *Schinus molle*.

Tratamiento 3 = Alimento sin ningún tipo de aceite esencial.

Unidad experimental

La entidad mínima del ensayo estaba constituida por una colmena, todas en cajas langstroth.

Desarrollo del ensayo

Acondicionamiento del apiario

Se seleccionaron y numeraron las nueve colmenas, todas en el mismo apiario y con reinas en su segundo año de postura.

Trabajo Previo, determinación del porcentaje de infestación

Previo a la aplicación de los tratamientos, se tomaron muestras en cada unidad experimental, de 100 crías operculadas y de 200 a 400 abejas adultas.

Para conocer el porcentaje de infestación en abejas adultas, se utilizó el método del doble tamiz con una solución de alcohol al 75%. En un frasco se sacrificaron grupos de abejas, de 200 a 400 individuos; luego, con una malla se impidió el paso de las abejas pero que permitía el paso de las Varroas al segundo tamiz donde se escurría el alcohol, quedando únicamente las varroas de la muestra. Posteriormente, se llevó a cabo el conteo de abejas, registrando el porcentaje de infestación en abeja adulta de cada colmena.

Para el muestreo de la cría por nacer, se utilizó una peineta desoperculadora, muestreando un total de 100 individuos de cada colmena, registrando el número de varroas en cada unidad experimental.

Se determinó el porcentaje de infestación, dividiendo el número de varroas encontradas en la muestra, entre el número total de abejas, multiplicando este resultado por cien.



Toma de muestras de abejas adultas y de crías

Cada colmena fue debidamente identificada. Para proceder a la aplicación de los tratamientos, se registraron los siguientes niveles de infestación:

Infestación inicial

Muestreo Inicial									
Fecha: Miércoles 14 de Septiembre									
Colmena	Tratamiento	Producto	MAA	VMAA	MCO	VMC	% IA	% IC	
1	1	AE Molle	382	5	100	6	1,31	6	
2	3	Testigo Jarabe 1:1	320	5	100	7	1,56	7	
3	1	AE Molle	348	12	100	2	3,45	2	
4	2	AE Orégano	278	9	100	8	3,24	8	
5	1	AE Molle	255	6	100	5	2,35	5	
6	3	Testigo Jarabe 1:1	267	7	100	6	2,62	6	
7	2	AE Orégano	297	7	100	6	2,36	6	
8	2	AE Orégano	358	14	100	2	3,91	2	
9	3	Testigo Jarabe 1:1	341	12	100	3	3,52	3	

MAA: Muestra de Abeja Adulta

VMAA: Varroa en Muestra de Abeja Adulta

MCO: Muestra de Cría Operculada
VMC: Varroa en Muestra de Cría Operculada
% IA: Porciento de Infestación en Abeja adulta
% IC: Porciento de Infestación en Cría operculada

Preparación del alimento

Para la preparación del alimento se usó agua hervida después se mezcló azúcar (1kg por litro de agua) removiendo y disolviéndola en su totalidad.

Una vez preparado el alimento, se dosificó el aceite esencial a razón de 4 ml por litro de alimento. Luego se procedió a embotellar para su traslado

al

apiario



Disolviendo el azúcar



- Dosificación de los aceites esenciales

Aplicación de los tratamientos

La aplicación de los tratamientos se realizó suministrando a cada colmena dos litros de alimento previamente dosificado con el respectivo aceite esencial, se dispuso el alimento a las colmenas en cada uno de sus alimentadores. Las aplicaciones se realizaron en dos oportunidades suministrando un litro de en fecha 14 de septiembre de 2016 y el segundo litro en fecha 24 de septiembre.



Aplicación de los tratamientos a las colmenas

Evaluaciones

Se realizó toma de datos para la estimación de población de varroas después de 23 días del tratamiento, se registró en cada unidad experimental realizando un diagnóstico de infestación de Varroa en abejas adultas y crías al igual que en la toma de datos inicial.

Infestación final

Muestreo Final								
Fecha: Jueves 6 de Octubre								
Colmena	Tratamiento	Producto	MAA	VMAA	MCO	VMCO	% IA	% ICO
1	1	AE Molle	289	0	100	1	0,00	1
2	3	Testigo Jarabe	252	8	100	5	3,17	5
3	1	AE Molle	320	1	100	0	0,31	0
4	2	AE Orégano	264	3	100	1	1,14	1
5	1	AE Molle	255	0	100	0	0,00	0
6	3	Testigo Jarabe	322	5	100	4	1,55	4
7	2	AE Orégano	302	1	100	0	0,33	0
8	2	AE Orégano	293	2	100	2	0,68	2
9	3	Testigo Jarabe	297	6	100	3	2,02	3

MAA: Muestra de abeja adulta

VMAA: Varroa en Muestra de Abeja Adulta

MCO: Muestra de Cría Operculada

VMCO: Varroa en Muestra de Cría Operculada

% IA: Porcentaje de infestación en abeja adulta

% ICO: Porcentaje de infestación en Cría operculada

Análisis estadístico

La efectividad de los tratamientos sobre control de *Varroa destructor* se puede clasificar en un porcentaje de varroas controladas respecto a los datos obtenidos en la infestación inicial y la diferencia en infestación final.

En base al modelo completamente aleatorizado que se estableció previamente para el desarrollo del experimento, se realizó el análisis de varianza o ANDEVA.

Para comparar si hay diferencias entre cada uno de los tratamientos, se utilizó el test de Tukey, cuyos resultados se exponen en el siguiente capítulo.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis de varianza (ANDEVA) indicó diferencias significativas entre los tratamientos.

Fuentes de Variación	GL	SC	CM	Fc	Ft 5%
Total	8	10183,49			
Tratamientos	2	8794,89	4397,44	19,00	5,14
Error	6	1388,60	231,43		

Cuadro 1: Análisis de Varianza (ANDEVA)

$$F_C \leq F_t \text{ NS}$$

$$F_C > F_t * 5 \%$$

Para cumplir con los objetivos planteados en la presente investigación, es necesario hacer una prueba que compare entre sí los tratamientos, así que se procedió a desarrollar la prueba de Diferencia Significativa Honesta (DSH) o prueba de Tukey al 5%.

T=38,12		X _A	
		95,84	73,47
X _B	21,23	38,12 < 74,61	38,12 < 52,24
	73,47	38,12 > 22,37	---

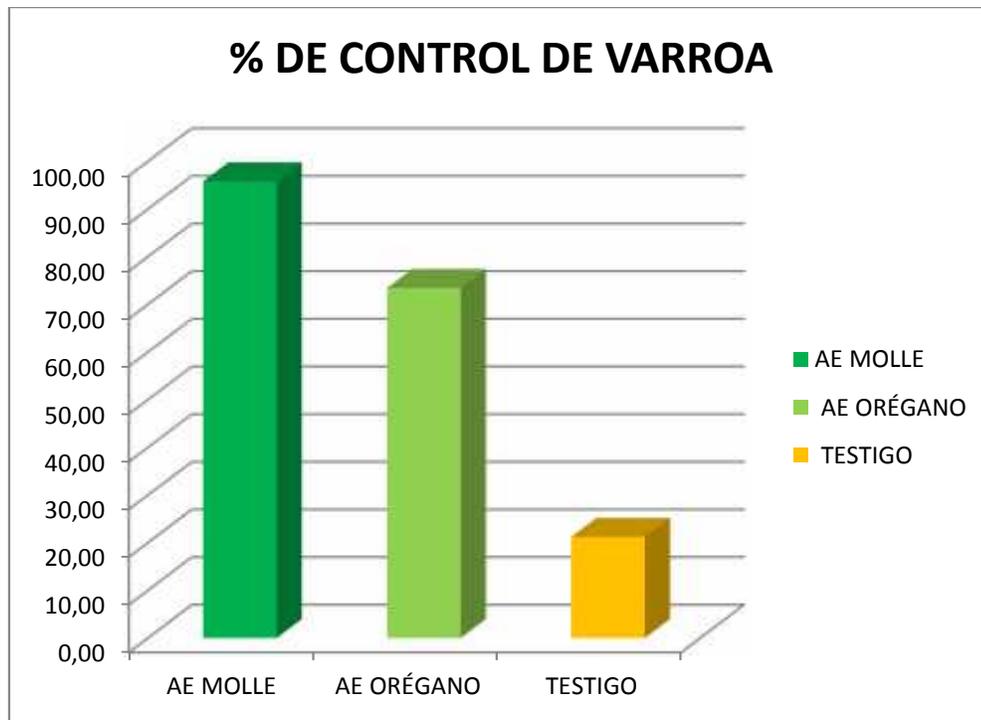
Cuadro 2: Tabla de comparación de medias Tukey

$$\text{Dif.} = X_A - X_B > T^*$$

$$\text{Dif.} = X_A - X_B \quad T \text{ ns}$$

La prueba DSH al 5% demuestra que los tratamientos de: jarabe + aceite esencial de molle (Trat.1) y jarabe + aceite esencial de orégano (Trat. 2) no demuestran diferencias significativas entre sí, con promedios de control del

95% y 73% respectivamente; al contrario del testigo que difiere significativamente de los Trat. 1 y 2 con un promedio de control del 21%.



Grafica N° 1: % de reducción en las infestaciones de Varroa en los tres tratamientos. AEM: 93,84%; AEO 74,47%; Testigo: 21,23%.

Los efectos de los aceites esenciales en la conducta de Varroa han sido definidos como de atracción, repelencia o toxicidad (Rickli *et al.*, 1991).

El desprendimiento de todos los ácaros desde su hospedero podría deberse a un efecto desorientador producido por los aceites utilizados, los cuales actuarían sobre el sentido del olfato del ácaro. Kraus *et al.* (1994) señalaron que el estímulo olfatorio juega un rol importante en la conducta del ácaro.

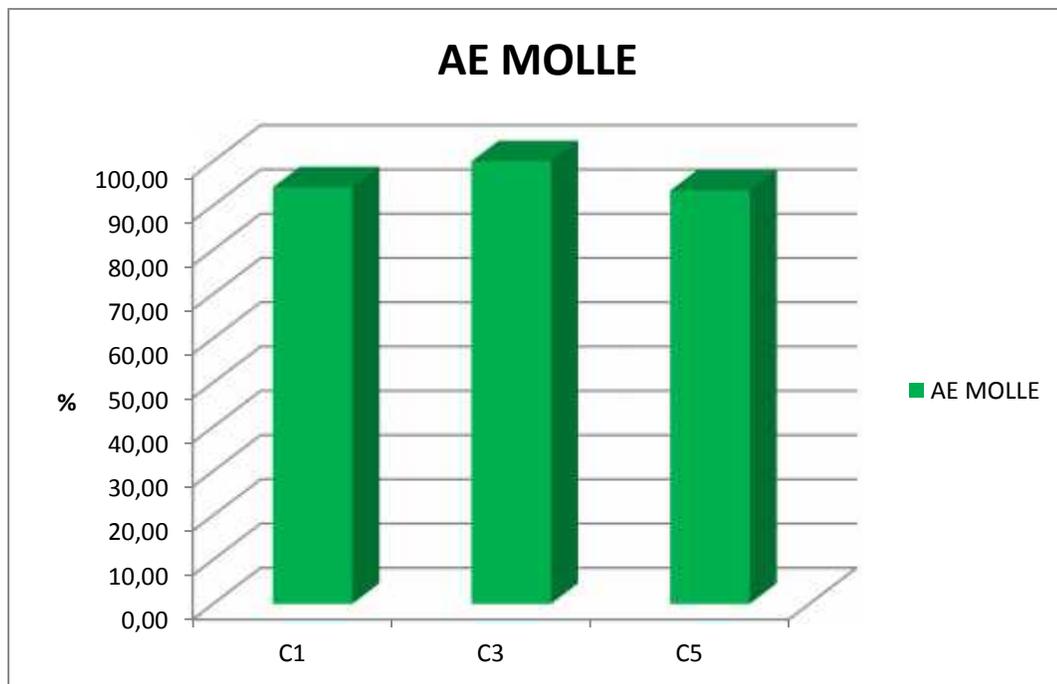
El reconocimiento de éteres alifáticos, presentes en las crías de obrera, también causa la preferencia de los ácaros por las celdillas de zánganos. Además, el principal factor en el reconocimiento de abejas adultas por Varroa, así como también en el cambio de hospedero, es el olfato. Varroa es

capaz de distinguir entre abejas nodrizas y recolectoras exclusivamente por el olor.

Por ello, es posible que alteraciones en la orientación olfatoria de Varroa por olores naturales, como es el caso de los aceites esenciales, puedan resultar en modificaciones de la conducta del ácaro y llevar a una forma de control efectivo, como se pudo observar en el desarrollo del experimento.

-Tratamiento Jarabe + Aceite Esencial de Molle

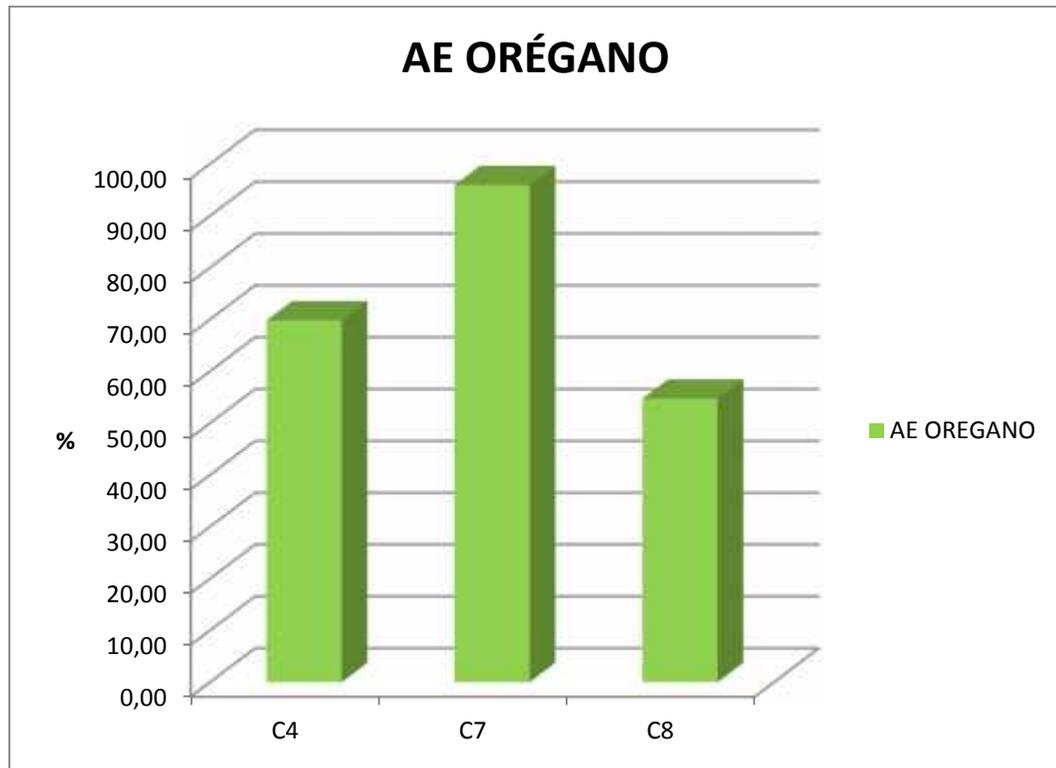
Como se pudo observar, en el desarrollo del experimento, el tratamiento con aceite esencial de molle en las colmenas 1, 5, 3 tuvo significativos descensos en la población de varroas, todos cercanos al 100% de efectividad.



Cuadro Núm. 2: Porcentaje de control de Varroa. En las colmenas 1, 3, 5 se aplicó aceite esencial de molle en su alimento.- C1: 94,1%; C3: 100%; C5: 93,4%

-Tratamiento Jarabe + Aceite Esencial de Orégano

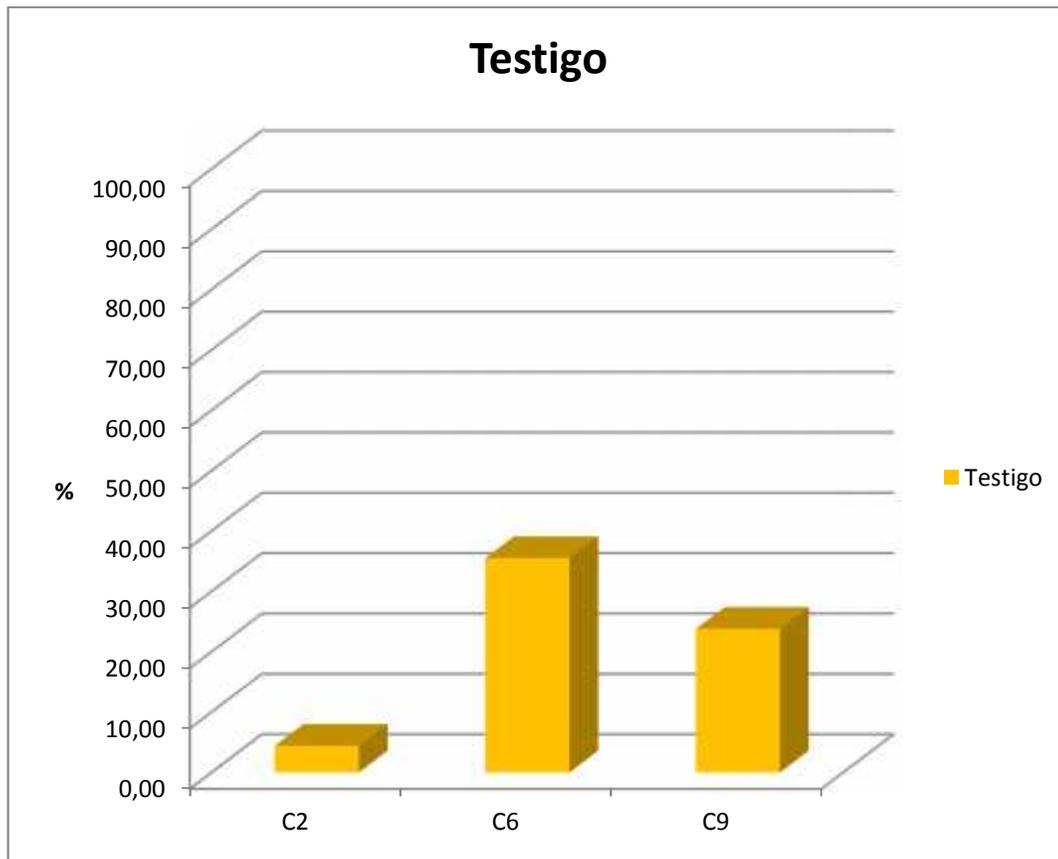
El tratamiento con aceite esencial de Orégano en las colmenas 4, 7, 8 demostró descensos en la población de Varroa.



Cuadro 2: Porcentaje de control de Varroa. En las colmenas 1, 3, 5 se aplicó aceite esencial de molle en su alimento.- C4: 69,80%; C7: 95,9%; C8: 54,7%

-Tratamiento testigo únicamente alimento

En el grupo testigo se observó leves descensos en la población de las varroas, pero no son de significancia frente a los tratamientos donde se emplearon los aceites esenciales.



Cuadro Núm. 4: Porcentaje de descenso en la población de Varroa. En las colmenas 2, 6, 9 se aplicó aceite esencial de molle en su alimento.- C2: 4,4%; C6: 35,5%; C9: 23,87%

Análisis de costos económicos para el control de la Varroa:

Tratamientos convencionales - Tratamientos con aceites esenciales

	Trat. Aceite esencial de Molle	Trat. Aceite esencial de Orégano	Trat. fluvinato	Trat. Ácido oxálico, formulación orgánica llamada "Aluen CAP"
Costo trat. Por colmena (Bs.)	El trat. Para una colmena es de 8 ml de aceite esencial, con un precio de 100 Bs. en el caso del molle.	El trat. Para una colmena es de 8 ml de aceite esencial, con un precio de 120 Bs. en el caso del orégano.	El trat. Con tiras de cartón impregnadas con fluvinato cuesta desde 80 Bs. a 120 Bs. con muy poca disponibilidad en el país.	Es un producto argentino en proceso de patente con un precio por tratamientos de Bs. 50 Su alta efectividad y facilidad de uso lo convierten en una opción más para la lucha contra la Varroa.
% de eficacia de control	93,00%	73,47%	>85%	>95%
	No deja residuos, siendo una	No deja residuos, siendo una		Se considera uno de los tratamientos

Ventajas	opción viable en tratamiento contra la Varroa en la producción ecológica de miel.	opción viable en tratamiento contra la Varroa en la producción ecológica de miel.		más efectivos y a la vez seguros para las abejas.
Desventajas	---	---	Si bien es efectivo en el control de la Varroa, también afecta en gran medida a las abejas y sus productos.	Una de las mayores desventajas es la dependencia con los fabricantes de este producto.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

De acuerdo con los objetivos planteados y resultados obtenidos, se llega a las siguientes conclusiones:

- El efecto de los tratamientos donde se dosificaron los aceites esenciales en el alimento suplementario de las abejas, demostró descensos significativos en el porcentaje de infestación de Varroa (niveles de control del 93% con AE de Molle y 74,8% con el AE de Orégano). En el caso del testigo, también se observaron leves descensos en la infestación de Varroa (21,23%). Esto puede deberse a la resistencia natural que poseen las abejas. Sin embargo, estos descensos no son de gran importancia en comparación con los primeros donde se aplicaron los aceites esenciales.
- Según la prueba de Tukey al 5%, no existen diferencias significativas entre los tratamientos con aceite esencial de molle y con aceite esencial de orégano; pero estos dos sí difieren significativamente del testigo, concluyendo que:

Los aceites esenciales dosificados en el alimento suplementario de las abejas tienen efectos de control sobre la Varroosis.

Pudiendo así recomendar una opción segura y efectiva contra una de las mayores amenazas para la actividad apícola mundial.

- El aceite esencial con mayor efecto que registró el experimento fue el aceite esencial de Molle con un 93% de reducción en la población de Varroa.

Sin embargo, se recomienda repetir el experimento en otras zonas, ya que la infestación de Varroa es muy variable según la ubicación geográfica.

- El costo económico de los aceites esenciales para tratar la Varroasis fue de Bs. 110 por colmena. Los costos con tratamientos convencionales van desde Bs. 50 hasta Bs. 150, aunque se pueden encontrar productos más baratos que los aceites esenciales, con mayor y menor eficacia, pero hay que ver las ventajas de cada uno de ellos. Una de las ventajas de tratar con aceites esenciales es que se pueden aplicar a la colmena sin afectar a las abejas y, el trabajo que se dedica al tratamiento se combina con una de las actividades apícolas anuales, la alimentación suplementaria de las colmenas en invierno.
- Se recomienda usar tratamientos con aceites esenciales como una herramienta más en los planes de lucha contra la Varroasis, para así no depender únicamente de un tipo de tratamiento.
- Se recomendaría también tomar en cuenta las temperaturas máximas durante el periodo del tratamiento, ya que estas podrían influir en el efecto del aceite esencial.

VI. BIBLIOGRAFÍA

BAILAC, PEDRO N.; GENDE, LIESEL; GASCÓN, ALEJANDRO; FRITZ , ROSALÍA; PONZI, MARTA I. Y EGUARAS, MARTÍN.

I Reunión de Biotecnología Aplicada a Plantas Medicinales y Aromáticas. Control de Ascosphaera apis y Paenibacillus larvae subsp. larvae mediante el uso de aceites esenciales para obtención de productos de colmena sin residuos tóxicos. Córdoba, 8-10 de Mayo de 2006.

BAMBARA, S., AMBROSE, J. 1994. *Varroa Mite Disease. North Carolina Cooperative Extension Service. North Carolina State University – College of Agriculture & Life Sciences. North Carolina, US.*

CÁNOVAS FERNÁNDEZ, A. 1993. *En Tratado de Agricultura Ecológica.*

Instituto de Estudios Almerienses ed.; Almería. ISBN: 84-8108-021-7.

CESAR E. TAPIA. *Un Nuevo concepto en sanidad apícola.*

Editorial, DUNKEN. Buenos Aires 2010

CHOI, S.Y. 1986. *Current Statuts on the bionomics and control of bee mite*

(Varroa jacobsoni Oudemans) in Korea. Korean Journal of Apiculture 1(1):96-106.

CRANE, E. 1975. *History of honey. In Honey: a comprehensive survey. E.*

Crane, editor. Crane, Russak, New York; Heinemann, London.

CRANE, E. 1997. *The World´s Beekeeping. In The hive and the Honey bee.*

3rd

Rev. ed. J. Graham, editor. Dadant & Sons, Hamilton, Illinois.

DE JONG, D. et al, 1982. *Weight loss and other damage to developing worker*

honey bees (Apis mellifera) due to infestation with Varroa jacobsoni.
Journal of Apicultural Research 20:254-257.

DE JONG, D. 1984. *Current knowledge and open questions concerning*

reproduction in the honey bee mite, Varroa jacobsoni. In *Advances in invertebrate reproduction*, 3. W. Engels, editor. Elsevier Press, Amsterdam.

DIETZ, A. 1997. *Honey Bees of The World.* In *The hive and the Honey bee.*
3rd

Rev. ed. J. Graham, editor. Dadant & Sons, Hamilton, Illinois.

FREDES, F. 1993. *Varroasis: un nuevo problema parasitario para Chile.*
Monografías de Medicina Veterinaria (Chile) 15(1-2): 11-16.

EISCHEN, F.A., Wilson, W. T. 1997. *The efect of natural products smoke on Varroa Jacobsoni.* American Bee Research Conference, Am. Bee J. 137 (3):222-223.

ELZEN, P. J., Elzen, G. W., Stipanovic, R. D. 2000. *Biological activity of Grapefruit Leaf Burning Residue Extract and Isolated Compounds on Varroa jacobsoni.* American Bee Journal 141 (5):369-371.

J. A. RUÍZ , 1998 *Eficacia de plantas medicinales contra Varroa jacobsoni Oud. en laboratorio*

MAGGI, M.; FAVERIN, C.; BAILAC, P.; 2005. *Efectos de atracción y repelencia de aceites esenciales líquidos y microencapsulados sobre*

el ácaro Varroa destructor (Acari: Varroidae). I Congreso de Apicultura del MERCOSUR, Punta del Este, Uruguay. Junio de 2005.

MAAREC. 1999. *Honey Bee Parasites, Pests, Predators, and Diseases*. Pennsylvania State University, USDA. Pennsylvania, USA.

RITTER, W. 1981. *Varroa disease of the honey bee Apis Mellifera*. *Bee World* 62:141-153.

ROSENKARANZ, P. Y W. Engels. 1985. *The efficacy of drone brood removal*

on varroa infestations in bee colonies. Allgemeine Deutsche Imkerzeitung 19:265-271.

SCHENEIDER, P. 1986. *The influence of Varroa infestation on drones and worker bees*. Arbeitsgemeinschaft der Institute für Bienenforschung E. V. Abstracts of the Varroa Workshop in Feldafing/Starnberg, Alemania del Este.

WIESE, H. (1985) "Nova Apicultura". Editorial Santa Catarina. Porto Alegre, Brasil.

WINSTON, M. L. (1987). "La biología del la abeja de miel". Harvard University Press, Cambridge, MA.

ZAMBRANA, I. 1998. Diagnóstico de la Situación Apícola en el área de influencia del proyecto Apícola de la E.T.S.A. Impresión Académica. Cochabamba, Bolivia.

SITIOS WEB CONSULTADOS

Morales Velazquez, J. (2004). *La apicultura en la región fronteriza del estado de Chiapas*. México: Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Recuperado el 15 de septiembre de 2016 de <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/4596/T14627%20%20%20MORALES%20VELAZQUEZ%20JERONIMO%20%20TESIS.pdf?sequence=1>

VII. Anexos

- Ubicación geográfica donde se desarrolló el experimento



ANEXO.1: DEPARTAMENTO DE CHUQUISACA EN BOLIVIA.



ANEXO .2: PROVINCIA SUD CINTI EN EL DEPARTAMENTO DE CHUQUISACA.



ANEXO 3: UBICACIÓN DEL APIARIO EN EL MUNICIPIO DE CULPINA DE LA PROVINCIA SUD CINTI.

-Registro fotográfico



**ANEXO 4:
PREPARACIÓN DEL JARABE
AGUA:AZÚCAR 1:1**



**ANEXO 5:
ACEITES ESENCIALES EMPLEADOS**



**ANEXO 6:
DOSIFICACIÓN DE LOS ACEITES
ESENCIALES.**



**ANEXO 7:
ALIMENTO DE LOS TRATAMIENTOS
LISTO PARA LLEVAR AL APIARIO**



ANEXO 8: MUESTRAS DE ABEJAS ADULTAS.



ANEXO 9: DIAGNÓSTICO DE DOBLE TAMIZ APLICADO A ABEJAS ADULTAS EL % DE INFESTACIÓN.



ANEXO 10: CONTEO DE MUESTRAS DE ABEJA ADULTA.



ANEXO 11: MUESTRAS DE ABEJA ADULTA Y CRIAS CON EL MATERIAL EMPLEADO PARA EL DIAGNOSTICO DE INFESTACIÓN.



ANEXO 12: FOTO DEL APIARIO E INICION DE TOMA DE MUESTRAS EN LAS UNIDADES EXPERIMENTALES.



ANEXO 13: DIA DEL INICIO DEL TRATAMIENTO, CON EL MATERIAL LISTO PARA LA TOMA DE MUESTRAS.



ANEXO 14: TOMA DE MUESTRAS



ANEXO 15: APLICACIÓN DEL TRATAMIENTO A LAS COLMENAS.

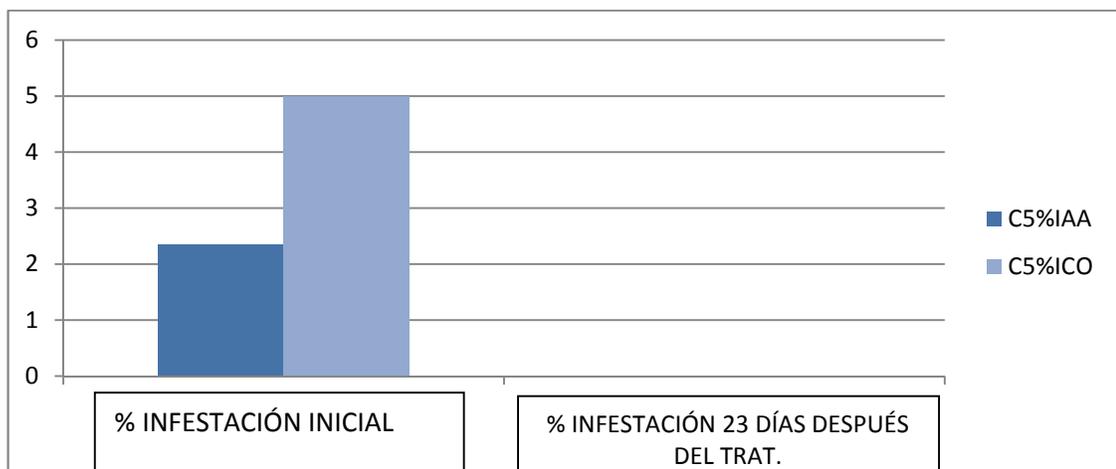
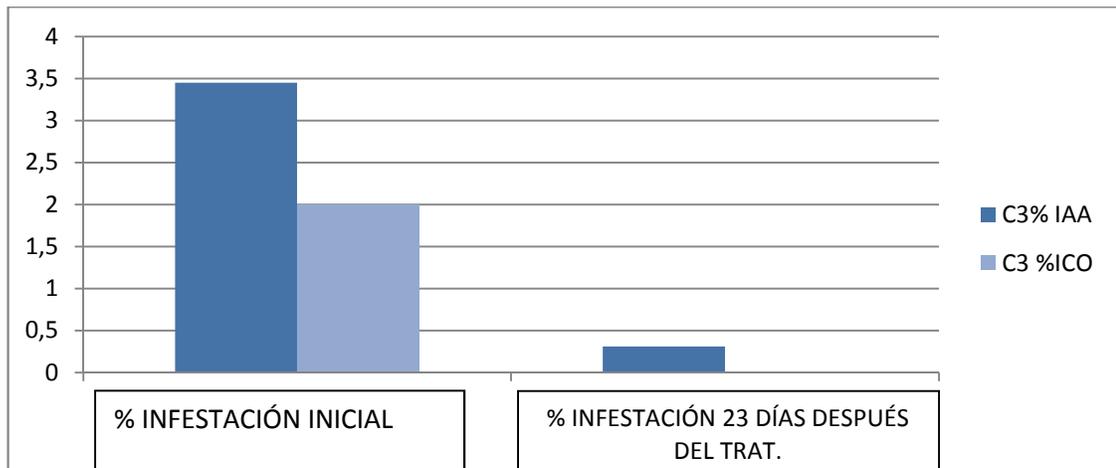
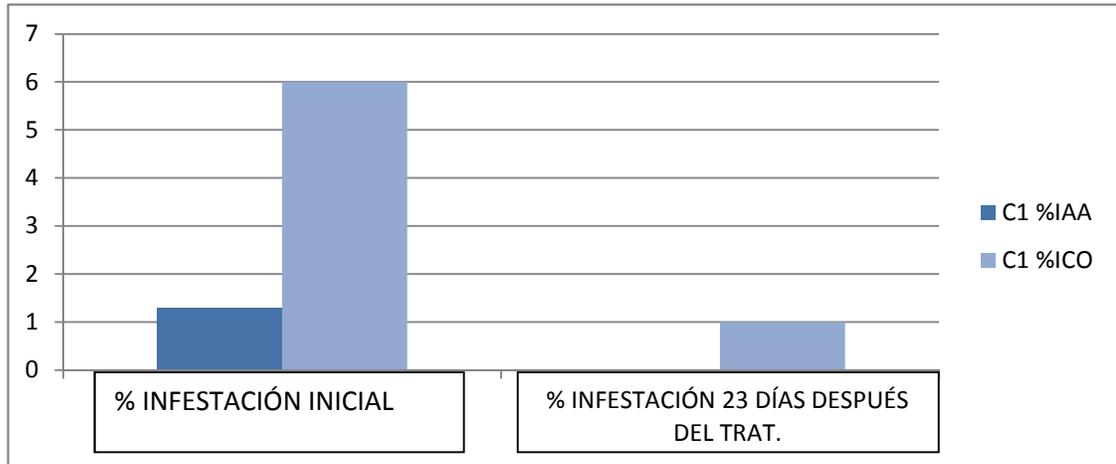


ANEXO 16: TOMA DE MUESTRAS 23 DÍAS DESPUES DEL TRAT.



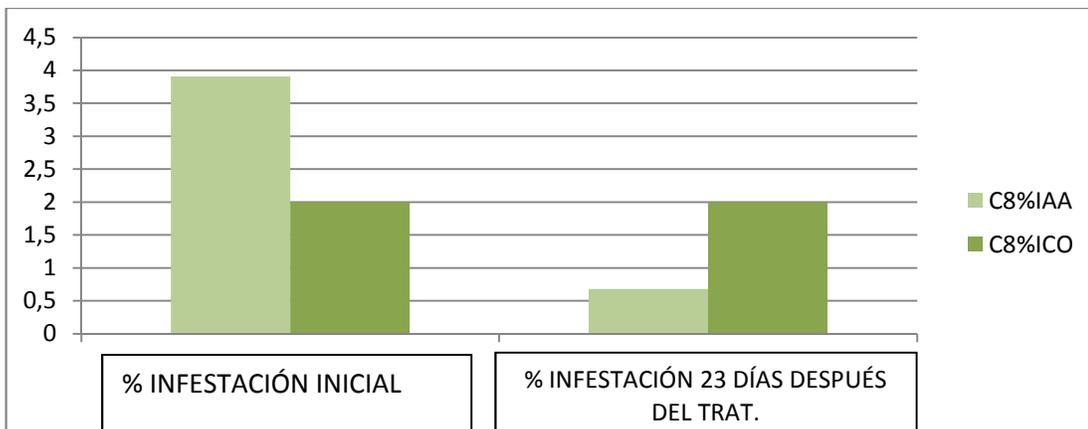
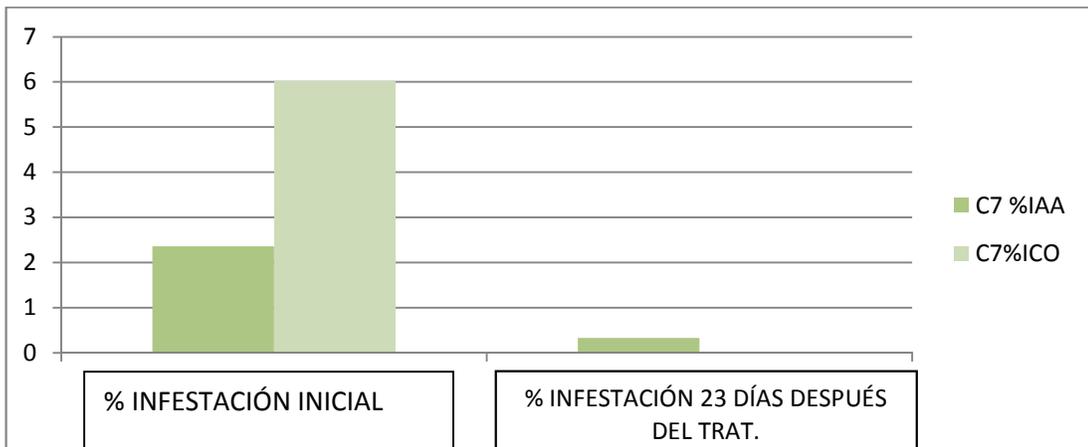
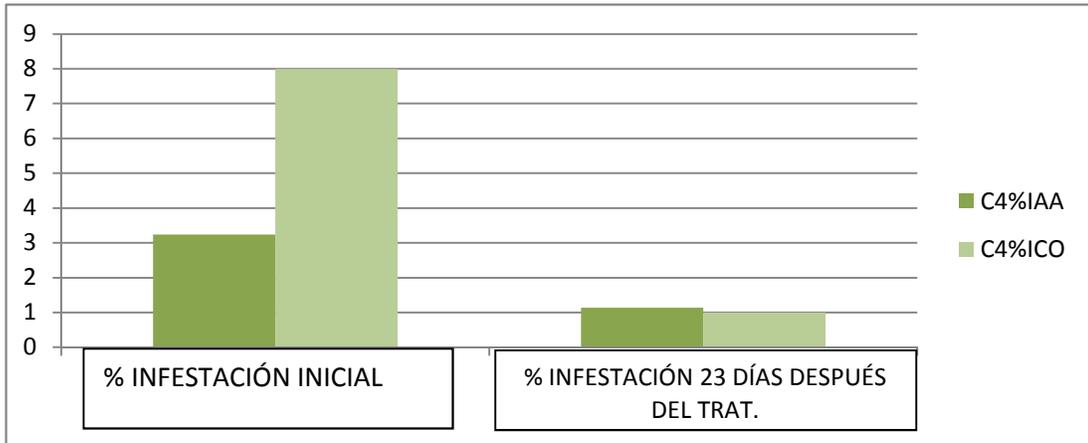
ANEXO 17: VARROAS ENCONTRADAS EN LAS MUESTRAS TOMADAS

GRÁFICAS DEL ACEITE ESENCIAL DE MOLLE



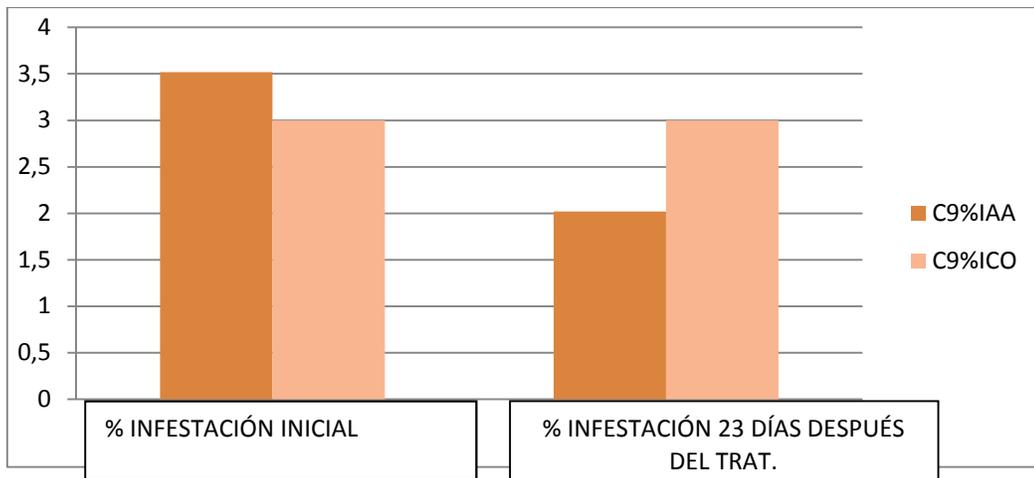
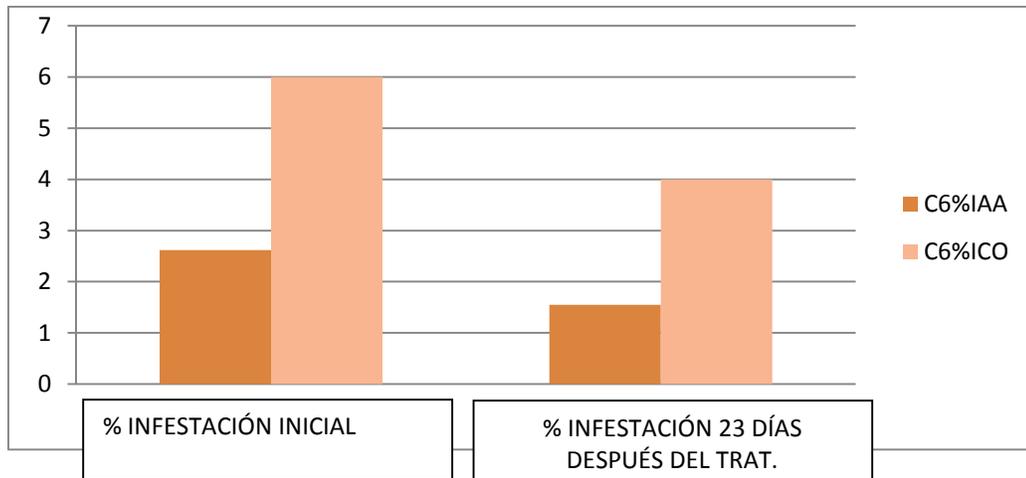
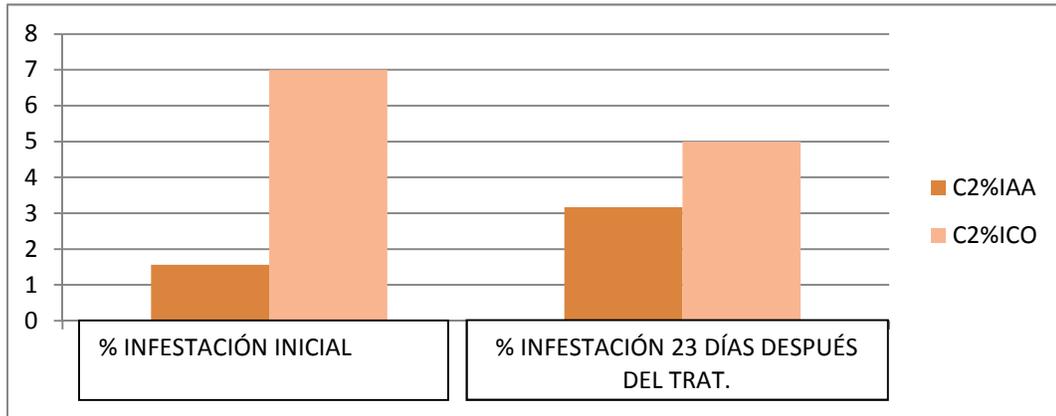
GRAFICA: % INFESTACIÓN INICIAL Y % DE INFESTACIÓN 23 DIAS DESPUES DEL TRATAMIENTO CON A.E. MOLLE EN LAS COLMENAS 1, 3, 5.

GRAFICAS DEL ACEITE ESENCIAL DE ORÉGANO



GRAFICA: PORCENTAJE DE INFESTACIÓN INICIAL Y PORCENTAJE DE INFESTACION 23 DÍAS DESPUÉS DEL TRATAMIENTO CON A.E. ORÉGANO EN LAS COLMENAS 7, 8, 4.

GRÁFICAS DEL TRATAMIENTO TESTIGO



GRAFICA: PORCENTAJE DE INFESTACIÓN INICIAL Y PORCENTAJE DE INFESTACION 23 DÍAS DESPUÉS DEL TRATAMIENTO TESTIGO EN LAS COLMENAS 9, 6, 2