



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

Universidad Nacional Autónoma de México

Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia

**INFORME FINAL DEL TRABAJO PROFESIONAL
EN LA MODALIDAD DE PRODUCCIÓN APÍCOLA**

“PRÁCTICA AL EXTRANJERO, GUELPH, CANADÁ”

PARA OBTENER EL TÍTULO DE

MÉDICA VETERINARIA ZOOTECNISTA

P R E S E N T A

FABIOLA RODRÍGUEZ MURIEDAS

ASESOR: MVZ ADRIANA CORREA BENÍTEZ



MÉXICO, D. F.

Septiembre, 2006



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



Universidad Nacional Autónoma de México

Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia

**INFORME FINAL DEL TRABAJO PROFESIONAL
EN LA MODALIDAD DE PRODUCCIÓN APÍCOLA**

“PRÁCTICA AL EXTRANJERO, GUELPH, CANADÁ”

**PARA OBTENER EL TÍTULO DE
MÉDICA VETERINARIA ZOOTECNISTA
P R E S E N T A
FABIOLA RODRÍGUEZ MURIEDAS**

ASESORA: MVZ ADRIANA CORREA BENÍTEZ



MÉXICO, D. F.

Septiembre, 2006

Dedicado a:

Mi mamá

Cris

Pablo

Vivir y no avergonzarse de ser feliz, cantar a la belleza de ser un eterno aprendiz, que la vida puedes ser mejor y lo será.....

A Dios, por darme fuerza, cuando flaqueé, esperanza cuando caí y amor incondicional cuando estuve sola.

A mi mamá y a mi hermana Cris, por su apoyo incondicional en mis decisiones y su ayuda cuando más lo necesite.

A la IICA y al Dr. Michael Bedoya, por la oportunidad de realizar este trabajo.

A la Dra. Adriana Correa, por su confianza, por darme la oportunidad de ir a Canadá y quedarme más tiempo y sobre todo por su amistad.

Al Dr. Ernesto Guzmán-Novoa y su familia por cuidarme, darme la oportunidad en la realización de todo este trabajo y por sus consejos.

A mi hermano Pablo por la compañía en los ratos libres cuando estuve sola.

A mi papá por darme la oportunidad de cumplir un sueño y tomarlo.

A mis abuelos por todo su amor y cariño.

A mi tío Roberto y a su familia por su confianza y cariño.

A mi tío-hermano mayor Fabio, por compartir conmigo su amor a la veterinaria y la zootecnia.

A "Tatau" por brindarme su amistad, hacerme parte de su familia, por las platicas de café y la ayuda durante la realización del proyecto, Obrigado.

A Marlene por su amistad cuando estaba triste, recordarme lo importante de las cosas y nunca dejarme vencer.

A Berna, por su comprensión, paciencia, compartir sus conocimientos y sobre todo su amistad, mil gracias.

A la Dra. Laura por su ayuda en mis mil y un dudas, por su amistad y sobre todo por su paciencia.

A Saktish, Fernando, Sergio y Víctor, por su cariño y amistad.

A Paul Nelly y a todo el personal del BeeLab, por el apoyo durante la realización del proyecto y por resolver mis dudas.

A el Departamento de Producción Animal; Abejas, Conejos y Organismos Acuáticos, por su apoyo durante la realización de este trabajo.

INDICE

	PÁGINA
RESUMEN	1
INTRODUCCIÓN	2-3
OBJETIVO GENERAL	3
OBJETIVO ESPECÍFICO	3-4
1. ESTANCIA REALIZADA	4
2. ACTIVIDADES REALIZADAS	5
2.1. Repaso práctico del manejo apícola	5
❖ Ubicación de los apiarios	5- 7
❖ Manejo básico	7-10
❖ Cría de reinas	10-12
2.2 Participación en pláticas apícolas	12-18
2.3. Recolecta e infestación de Varroa	18-19
2.4. Ensamblaje de material apícola	20
2.5. Limpieza de barriles para miel y jarabe de azúcar	21
2.6. Manejo precosecha	21
2.7. Cosecha	21-22
2.8. Extracción y envasado	22-23
2.9. Alimentación de la colmena	23-24
2.10. Tratamientos preventivos de enfermedades	24-25

	PÁGINA
3.-APOYO EN PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN	26-31
4. PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	31-33
5. CONCLUSIONES	34
6. COSTOS DEL TRABAJO PROFESIONAL	35
5. LITERATURA CITA	36-37

RESUMEN

La alumna FABIOLA RODRÍGUEZ MURIEDAS bajo la supervisión de la MVZ Adriana Correa Benítez y del PhD Ernesto Guzmán-Novoa, presenta el trabajo de actividades realizadas durante el Trabajo Profesional (TP), en el Área de Producción Apícola, para la aplicación y adquisición de nuevos conocimientos de técnicas del manejo apícola y de investigación. Realizada en dos etapas, la primera del 21 de junio al 1° de septiembre 2005, donde se realizó manejo básico, precosecha y cosecha en el laboratorio Apícola de la Universidad del Guelph, Ontario, Canadá, y la segunda etapa del 2° de septiembre al 14 de noviembre del mismo año, incorporándose al desarrollo de un proyecto de investigación para el control de *Varroa destructor*. Lo que permitió a la pasante un conocimiento de las diversas actividades en las que participa un Médico Veterinario Zootecnista.

INTRODUCCIÓN

El Trabajo Profesional, es una opción de titulación para el estudiante de la carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia, aporta al alumno las habilidades y destrezas que le permiten enfrentarse a un campo de trabajo altamente competitivo, reforzando los conocimientos teóricos y las habilidades prácticas en el área de la producción apícola. El conocimiento de diversas formas de manejo apícola da una visión más amplia al estudiante para que éste pueda desarrollar un mejor criterio sobre la realización del manejo en la apicultura y pueda aplicar diversas opciones al momento de ejercer su carrera en el área apícola.

La apicultura se desarrolló en Canadá hace 250 años aproximadamente, con estirpes de abejas importadas de Europa. Según estimaciones del 2002, Canadá contaba con 10,000 apicultores y con un total en 600,000 colonias, manejadas por apicultores a pequeña y gran escala. La apicultura se dedica tanto a la producción de miel como a la polinización de cultivos, principalmente canola, mora azul, manzana y algunos cultivos de cereales. Se dice que la polinización aporta mil millones de dólares canadienses al año. La producción de miel es de aproximadamente de 60 a 70 kg por colmena anualmente, mientras que la producción de miel en el país es de 36 mil toneladas de miel. El promedio de producción por colonia es de 90kg (200 libras) en zonas como Alberta, Saskatchewan y Manitoba y de 45 kg/colomona en otras regiones. La producción de miel se desarrolla durante cuatro meses

que pueden ir de mayo a agosto y en la región de las praderas, se puede ampliar de abril a septiembre.^{1, 2,3}

Dentro de la apicultura canadiense los principales problemas que enfrentan los apicultores son: enfermedades bacterianas (Loque Americana^a), parasitarias (Varroosis^b, Acariosis^c) y escasez de cría de reinas.

OBJETIVO GENERAL

Adquirir conocimientos, habilidades e intercambio de experiencias en las diversas áreas de la producción apícola, así como aumentar la colaboración en investigaciones mediante el intercambio de estudiantes entre ambas instituciones.

OBJETIVO ESPECÍFICO

Aprender de forma práctica los manejos rutinario de la colonia con el fin de aumentar la población de abejas y hacer coincidir la colonia con la floración de la zona para de obtener el máximo de producción de miel por colmena y conocer los factores que intervienen en la producción de miel, manejo precosecha y cosecha, cría de reina además de aprender los manejos

^a Loque Americana; enfermedad altamente contagiosa de distribución mundial, que puede ocasionar la muerte de la colonia, la cual es producida por una bacteria gram positiva, ***Paenibacillus larvae***, que afecta a afecta a la cría, es altamente resistente debido a que esporula.

^b Varroosis: enfermedad parasitaria externa producida por el ácaro ***Varroa destructor***, el cual se alimenta de la hemolinfa de abejas adultas y cría operculada causando perdidas importantes a la apicultura mundial

^c Acariosis: Enfermedad parasitaria de la traquea de abejas adultas producida por el ácaro ***Acarapis woodi***, los cuales se alimentan del a hemolinfa de las abejas a través de los espiráculos de estas, causando obstrucción de estos, provocando falta de oxígeno, esta enfermedad es de distribución mundial

necesarios para la preparación de colmenas empleadas confines de investigación.

1. ESTANCIA REALIZADA EN UNIVERSIDAD DE GUELPH, COLEGIO DE AGRICULTURA DE ONTARIO, CANADÁ.

Responsable de la Estancia, Dr. Ernesto Guzmán-Novoa, bajo la supervisión en el laboratorio apícola del Técnico Paul Nelly.

La estancia fue realizada en la Universidad de Guelph, Ontario, Canadá, en el Colegio de Agricultura de Ontario dentro del Departamento de Biología Ambiental, en el área de Apicultura. La provincia de Ontario cuenta con aproximadamente 3,000 apicultores, los cuales son representados por la Asociación de Apicultores de Ontario; trabajando conjuntamente con el área apícola de la Universidad de Guelph, con el PhD Ernesto Guzmán-Novoa, en el desarrollo de proyectos de investigación, pláticas de mejoramiento genético y el intercambio de técnicas por medio del “Equipo de Transferencia de Tecnología” dirigido por la M en C Alison Skinner. ³

2. ACTIVIDADES REALIZADAS

2.1 Repaso práctico del manejo apícola

❖ Ubicación de los apiarios

El área Apícola del departamento de Biología Ambiental, cuenta con un laboratorio localizado a las afueras del *campus* universitario, en la zona conocida como *Townsend House*. La Ciudad se localiza a 80°15' longitud oeste y 43°33' latitud norte, a 334 msnm, con un clima boreal de nieves y bosques con inviernos húmedos, D(fb).⁴

Son seis los apiarios, donde se realizaron los manejos apícolas y las investigaciones. Contando el localizado en laboratorio de *Townsend House*, los demás apiarios están distribuidos en diferentes localidades que son:

- ***Townsend House***: Cuenta con 54 colonias y 10 colonias dobles (Figura 1)
- ***Eden Mills***: A 20 minutos de laboratorio, cuenta con 37 colonias (Figura 2)
- ***Arkell***: Es parte del centro de investigación del condado del mismo nombre, a 20 minutos del laboratorio apícola cuenta con 35 colonias y 8 núcleos
- ***Aerport***: Localizado en los límites de Guelph cuenta con 24 colonias
- ***Botsonia***: Cuenta con 36 colonias y es donde se localizan núcleos para la cría de reinas

- **Cambridge:** Cuenta con 32 colonias. Localizado a las afueras de la ciudad del mismo nombre, a una media hora de Guelph. Durante la estancia este apiario estaba siendo usado para investigación sobre un pesticida y como afectaba el ciclo de vida de las abejas.
- **Willowbee:** Cuenta con 40 colonias y se localiza a las afueras de la ciudad de Guelph. Esta bajo la supervisión del programa de transferencia de tecnología, de la Asociación de Apicultores de Ontario, dirigido por la M en C Alison Skinner. Este apiario produce miel orgánica, por lo que para el control de enfermedades se usan productos biológicos o medidas de manejo

Todos los apiarios están desyerbados, cuentan con una base de madera para las colonias, la mayoría están rodeados de árboles o arbustos para delimitar su área. Se encuentran cerca de zonas de cultivo, principalmente canola, fuentes de néctar y agua. ⁴



Figura 1. Laboratorio apícola localizado en *Townsend House*



Figura 2. Apiario de *Eden Mills*

❖ **Manejo básico**

La importancia de conocer el comportamiento de las abejas es de ayuda durante el manejo básico o para el desarrollo de investigaciones que se realicen con ellas.

Durante las primeras tres semanas de la estancia, el técnico encargado del laboratorio apícola, Paul Kelly, mostró como realizar el manejo de las colonias en la Universidad. Estas abejas no son defensivas como las abejas africanizadas^d que se manejan en la República Mexicana, debido a que las razas manejadas son europeas, como la *Buckfast* (abejas Anatolias y abejas Turcas) traída de Europa a través de la Asociación de Apicultores de Ontario (*Ontario Beekeeping Association*). La *Sahariensis*, la *Monticola* (que el técnico asegura son las mejores en producción). El manejo para abrir la colonia (Fig.3), consiste en aplicar de dos a tres bocanadas de humo en la piquera y retirar la tapa externa e interna, esta última consiste de una manta de cielo

^d Abeja Africanizada: Abejas importadas de Brasil en 1956, con la finalidad de desarrollar un programa de mejoramiento genético, en 1957 por medio de un accidente quedaron en libertad y se aparearon con abejas europeas dando como resultado un híbrido. No tiene problemas de adaptación a climas fríos, son altamente defensivas, con alta tendencia a enjambrar y a evadir.

color blanca. Con ayuda de la cuña, retirar el alza y el excluidor de reinas, evitando meter la cuña dentro de los espacios del excluidor para no dañarlo y poner la mano sobre éste, para que no vibre y moleste a las abejas. El excluidor se coloca a lado de la cámara de cría, posteriormente se aplica una bocanada de humo a la cámara de cría para una fácil extracción de los bastidores. Cuenta con separadores metálicos, lo que evita la adherencia entre los cabezales. Aún así, la alta cantidad de propóleo almacenado por las abejas dificulta su extracción. Al momento de abrir una colonia se debe observar la presencia de la reina, si es joven o adulta, colocarla en una caja portareina evitando lastimarla al reintroducir los bastidores; determinar la cantidad aproximada de abejas obreras, la fortaleza de la colonia, la cantidad de zánganos si es época de apareamiento y la presencia de enfermedades.⁵⁻⁷ Durante la apertura de la colonia se notó que mientras más humo se les aplica a estas abejas su defensividad aumentaba.

Una de las diferencias observadas fue la presencia de agarraderas de madera en las alzas, que permiten un mejor y fácil manejo al momento de retirarlas para la cosecha, ya que presenta una mayor superficie para la sujeción de ésta (Fig. 4).

El cambio de reina se realiza cada 2 a 3 años ya que uno de los principales problemas que afecta la apicultura canadiense es la falta de criadores suficientes de reina; esto lleva a la compra de reinas y núcleos de Estados Unidos, arriesgando a la apicultura canadiense con la presencia de *Aethina*

tumida (el pequeño escarabajo de la colmena[°]) en la frontera y la presencia de abejas africanizada que pudieran venir en los núcleos.



Figura 3. Apertura de colonias, obsérvese el excluidor de reinas



Figura 4. Agarraderas para poder facilitar la extracción de las alzas durante la cosecha

[°] *Aethina tumida*: El pequeño escarabajo de la colmena, originario de África y encontrado por primera vez en Florida en 1998, provoca daños en la colmena al fermentar la miel al entrar en contacto con las heces, además de consumir, la miel, el polen y la larva de las abejas.

Durante esta fase el Técnico nos mostró la sujeción de la reina para su marcaje y corte de ala; se toma a la reina del abdomen o de las alas con los dedos índice y pulgar, se corta el ala derecha y se marca con un color según la terminación del año. Así como la toma de abejas obreras por medio del abdomen a pocos días de haber emergido o recién emergidas, lo cual evita ser picado, debido a que aún no desarrollan este reflejo defensivo. El manejo de las reinas fue para introducirlas en jaulas tipo Benton con fines de investigación (Fig. 5a y 5b).



Figura 5a. Sujeción abeja reina por las alas



Figura 5b. Toma de obreras e introducción en jaulas tipo Benton

❖ **Cría de reinas**

Para mantener las características genéticas deseadas y tener abejas reinas de reemplazo de buena calidad y libres de enfermedades es necesario realizar la cría de reinas. Durante la estancia se pudieron apreciar las últimas etapas de la cría de reinas, las cuales consistieron en la introducción de una celda real en cada núcleo de fecundación, con el fin de que emerjan las

reinas y maduren sexualmente de tal manera que realicen sus vuelos de fecundación. Los núcleos de fecundación, son tipo *baby*. Se caracterizan por ser pequeñas cajas de poliuretano de diversos colores que contienen tres panales chicos, un excluidor de reinas y un alimentador tipo *Doolittle* (Fig.6). Cuando la reina ha emergido de la celda es llevada a una isla donde se realizan apareamientos por cruzamiento cerrado, para así mantener las características deseadas; también pueden ser vendidas como reinas vírgenes o usadas como reemplazo. Cuando son fecundadas en el apiario del laboratorio apícola, se les corta el ala dependiendo del año (año par derecha, año non izquierda), son marcadas e introducidas a colonias dobles, que consisten en una cámara de cría dividida en dos partes por una lámina de madera, conteniendo en cada lado cuatro bastidores y entradas por cada sección (Fig. 7 y 8).⁵⁻⁸



Figura 6. Colmena fecundadora tipo *Baby*.



Figura 7. Marcaje de reina



Figura 8. Introducción de reinas a colonias dobles

2.2. Participación en pláticas apícolas

Durante las primeras semanas se participó en dos reuniones con apicultores; una con el Equipo de Transferencia de Tecnología realizado en Willowbee.

En la reunión con el “Equipo de Transferencia de Tecnología”, se trataron los siguientes temas:

- **Introducción a la apicultura:** breves notas acerca de las tres diferentes castas de abejas y su anatomía, los objetivos de la producción apícola, leyes y programas de apoyo para apicultores. En su parte práctica se pudo observar la introducción de abejas reinas a diferentes colonias, la preparación de núcleos para la cría de reinas.
- **Calendario de actividades apícolas anuales en la zona de Ontario:** en esta plática se mostraron las actividades mensuales que debe llevar acabo un apicultor, desde la preparación de material hasta los meses para dar tratamiento contra enfermedades.

- **Monitoreo y registros:** este tema es importante ya que a través de los registros podemos ver cuánto están produciendo las colmenas, además del monitoreo para observar el estado de colonia; si está libre de enfermedades, la calidad de la postura de la reina y la cantidad de cría.
- **Recomendaciones para el control de enfermedades:** durante esta plática se pudo observar las principales enfermedades, su forma de manejo, prevención y control, además de las recomendaciones acerca de nuevos productos para su tratamiento.
- **Manejo integral de enfermedades (en inglés *Integral Pest Management, IPM*):** debido a que algunas enfermedades han mostrado resistencia a los productos químicos, aunado a la necesidad de tener miel y productos de la colmena libres de residuos químicos que puedan afectar la salud humana, es necesario combinar el manejo adecuado de la colonia y los tratamientos químicos o naturales (ácido fórmico y el timol) contra las enfermedades.
- **La selección de colmenas para formar núcleos en la cría de reinas:** Ya que es uno de los principales problemas a los que se enfrentan los apicultores, debido a que no se cuentan con suficientes criadores de abejas reina. Los núcleos se conforman de cajas con cuatro bastidores de cámara de cría, estos bastidores debe tener cría de menos de tres días, sin reina y con suficientes abejas obreras.

La otra plática a la que se asistió fue con la Asociación de Apicultores de Ontario (OBA^f) en Lanark, Ontario.

En el seminario de la OBA llevado a cabo en Lanark, se expusieron pláticas acerca de los principales adelantos en el control del ácaro *Varroa destructor*, por medio de métodos naturales, como son el ácido fórmico y el timol, los cuales tienen grados aceptables de control contra varroa (5% a 79% y 64% a 99% respectivamente). Otros de los temas fueron la forma de mejoramiento genético de las colonias y selección de colonias para cría de abejas reina, el cual, es importante para aumentar la producción de miel y tener reinas de reemplazo para las colonias. Dentro del seminario participó un asesor apícola de la provincia de Manitoba, quien habló acerca del calendario de actividades, la forma de manejo y los problemas que tiene en común con las demás provincias, dándonos un panorama más amplio de cómo es la apicultura por provincias en Canadá.

Durante este seminario se tuvo la oportunidad de realizar visitas a diferentes apicultores, uno de los cuales se dedica a la producción de Mite Away II^g (Fig.9), el cual es un producto para el control de varroa y acariosis a base de ácido fórmico, que se impregna en tablillas de madera comprimida y es colocado encima de la cámara de cría (este producto es de liberación lenta). Aunque se han reportado algunos problemas en el empaque, por el sellado

^f Ontario Beekeeping Association

^g Mite Away®: Tabla de madera comprimida impregnada con 250 ml, Ácido fórmico grado alimenticio al 48.4%, otros ingredientes 51.5%. Sirve para tratar colonias afectadas por varroosis o acariosis. Registro No. 75710, Producto Canadiense, hecho por Apiaros NOD PO BOX 142, 231 Frankford Rd, Stirling. Ontario, Canadá KOK3E0

ya que gotea y puede irritar la mucosa respiratoria y la manos. Este producto ha tenido buena aceptación por parte de los apicultores y ha tenido buenos resultados en el control de varroa. Actualmente está en proceso de aprobación gubernamental en Canadá y en algunos estados de la Unión Americana.



Figura 9. Tratamiento natural a base de ácido fórmico, Mite Away II

Se visito al apicultor Ben Hogan, quien es un apicultor a gran escala. Maneja un equipo altamente tecnificado para la extracción de miel, la cual es pasteurizada después de la extracción. El señor Hogan se dedica a la venta de miel cristalizada (Fig.10) y de productos derivados de la colmena como jabones hechos con miel y figuras diversas de cera. También se dedica a la producción de jarabe de maple, que es extraído de los árboles de maple a través de pequeños ranuras hechas a éste. La savia es recolectada a través de mangueras en cubetas de acero inoxidable, llevada a un contenedor para limpiar las impurezas y hervida hasta que se coce, se deja enfriar y es colocada en diferentes botellas para su venta.



Figura 10. Visita al apicultor Ben Hogan, productor de miel cristalizada

Dentro de las visitas realizadas a los apicultores pudimos ver la crianza de las abejas rusas (*Apis mellifera caucásica*), las cuales se caracterizan por tener un color más oscuro, ser dóciles, resistentes a varroa y por un alto comportamiento de propolización (Fig 11). El apicultor lleva a cabo una selección de colonias que presentan estas características. El cruzamiento de las reinas es de forma natural con zánganos de colonias de la misma raza.



Figura 11. Abejas rusas, observase el color más oscuro

Otra de las visitas fue al apiario del vicepresidente de la Asociación de Apicultores Tom Congdon, es un apicultor a gran escala ya que cuenta con equipo altamente tecnificado y cuatro apiarios con más de 45 colmenas cada uno. Se dedica a la venta de miel líquida, cristalizada y varios productos hechos a base de miel y cera.

La penúltima visita realizada fue al apicultor John Briñas; éste opera más de 2000 colmenas de donde extrae miel para la venta, ya sea líquida o cristalizada. Además es el primer apicultor en comercializar los vinos de miel (hidromiel), es una forma innovadora de utilizar la miel, la cual es fermentada mediante la adición de levaduras y agua, es conservada en barricas de madera por tres meses (Fig.12). Se puede añadir algunas especias como son canela o clavo, envueltas en gasa, para que adquiera un sabor más agradable al paladar sin embargo la madurez de este producto se consigue en un año.



Figura 12. Barricas para la fermentación del vino de miel

Como parte del recorrido con los apicultores se tuvo la oportunidad de visitar al Dr. Tibor I. Szabo, quien nos mostró los diferentes métodos de cría de abejas reinas que él usa, como son: el método Doolittle y el baby. El Dr. Szabo cuenta con un jardín y un listado de las principales plantas proveedoras de néctar para las abejas (como anís dorado, árboles de maple, trébol dorado, lavanda, diente de león) además plantas aromáticas usadas para el control de ácaros (orégano y timol). También nos mostró el equipo para la extracción y envasado de miel, y algunas velas hechas de cera de abeja para la venta.

2.3 Recolecta e infestación de Varroa

La varroosis es una enfermedad de las tres castas de abejas adultas y de la cría provocada por *Varroa destructor* (Fig.13), genera grandes daños económicos en la apicultura mundial. En Canadá los daños varían según las regiones (por la temperatura de las provincias). El movimiento de abejas polinizadoras es la principal causa de la distribución de varroa; en Ontario se reporta una mortalidad del 50% de las colmenas en la frontera y un 25% dentro de la provincia; en lugares como Alberta la mortalidad de colonias es del 20%. Los productos químicos fueron usados durante mucho tiempo con buenos resultados, pero se ha reportado resistencia por parte del ácaro; por lo que el estudio de nuevos métodos para su control es importante para este departamento.^{1,5,6,9,10} En la estancia se recolectaron ácaros de un apiario para la infestación de abejas obreras.

Esta recolección se llevó acabo tomando un contenedor plástico de 19 L y colocando una malla de alambre de 4mm a 20cm del fondo. Entre el fondo de la cubeta y la malla fueron colocados dos frascos de 40 ml con la mitad del éter. Posteriormente los bastidores de las colonias infestadas con varroa fueron sacudidos sobre la malla del contenedor y éste se cerró durante 5 minutos para anestesiar a las abejas y permitir que las varroas cayeran de éstas.

Después, la malla fue retirada y las abejas anestesiadas colocadas fuera de la piquera de la colonia, las varroas fueron recolectadas del fondo del contenedor. Posteriormente con un pincel de cerdas finas se colocaron 50 varroas en una jaula tipo Benton con 25 abejas.

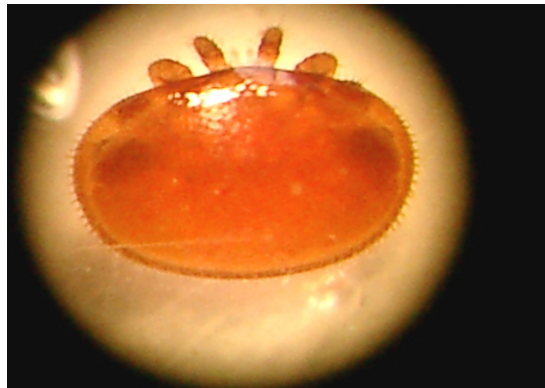


Fig 13. *Varroa destructor*

2.4 Ensamblaje de material apícola

Para preparar el inicio de la cosecha, dos a tres semanas antes, se realizó el ensamblaje de alzas y la aplicación de pintura a éstas. Las alzas fueron compradas desarmadas, y ensambladas por medio de unas pinzas para ajustar y alinear (Fig. 14) con ayuda de un martillo eléctrico; además, fue colocado el separador de bastidores (anteriormente mencionado) y las agarraderas, las cuales fueron cortadas y limadas de los bordes para retirar asperezas. Al terminar las alzas fueron pintadas de diversos colores para que las abejas identificaran su colonia y no entraran a otra (Fig. 15).

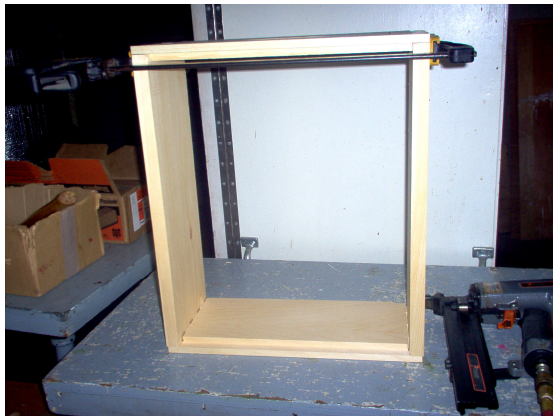


Figura 14. Alza con pinzas para ajustar



Figura 15. Alzas de diverso colores

2.5 Limpieza de barriles para miel y jarabe de azúcar

Como un manejo precosecha y preparándose para la escasez de alimento, se limpiaron los barriles con agua a presión, para ser usados posteriormente en el almacenaje de miel que sería vendida a los comercializadores. Algunos de estos barriles fueron utilizados para almacenar jarabe de azúcar, empleado en la alimentación de las colonias los diversos apiarios.

2.6 Manejo precosecha

Consistió en prevenir o controlar la enjambrazón, además de preparar la colonia para almacenar gran cantidad de néctar- miel y polen en la época de floración. Dependiendo de la cantidad de población de la colonia, se colocan dos o más alzas en la colmena. Las colonias fueron revisadas para decidir si era necesario agregar más alzas. Una nueva técnica aprendida fue no retirar las alzas cuando estén llenas sino agregar una nueva poniéndola debajo de las llenas y así evitar el excesivo manejo de la colmena por retiro de alzas, realizando la cosecha en un solo viaje.⁵⁻⁷

2.7 Cosecha

Esta consistió en retirar las alzas llenas de miel antes del otoño. Para retirar a las abejas fue colocado un escape en lugar del excluidor de reina, entre el alza y la cámara de crías, dejado éste por dos o tres días. Este método

permite que las abejas obreras bajen a la cámara de cría pero les impide el regreso al alza.^{5,6}

Cuando es retirada el alza se coloca una tapa de madera para impedir el pillaje.

Por medio de las agarraderas colocadas en las alzas y mediante una grúa hidráulica, fue posible mover con mayor rapidez las alzas al camión apícola, evitando el pillaje (Fig.16), donde eran colocadas sobre una base de madera para evitar que la miel escurriera y llevadas a la sala de extracción del laboratorio apícola.



Figura 16. La flecha señala el escape y pueden observarse las agarraderas para un mejor manejo

2.8. Extracción y envasado

El cuarto de extracción se encuentra localizado en la parte baja del laboratorio apícola. Consta de una desoperculadora semiautomática, el cual retira el opérculo al calentar las navajas por medio de un sistema eléctrico, como si fuera una guillotina, este cae a una bandeja donde la cera es

recolectada, para ser reutilizada, colocada de forma lineal hasta llegar al extractor radial también semiautomático (Fig. 17). La centrifugadora es semiautomática y tiene una capacidad para 12 bastidores. Después de centrifugar la miel de los bastidores, ésta pasa por bombeo a un tanque sedimentador y después a barriles de almacenaje para su futura venta. Parte de la miel es envasada para su venta a estudiantes y profesores, pero la gran mayoría es vendida a comercializadores a gran escala. La cantidad de miel producida por colonia es de 67.5 kg (150 lb) aproximadamente y se llegan a tener de 45 a 51 barriles de miel, cada uno con 292.5 kg de miel (650lb). Se estima que al año cada colonia produce 90kg de miel (200lb).



Figura17. Máquina desoperculadora y extractor

2.9 Alimentación de la colmena

Durante las últimas semanas de octubre y al finalizar el proyecto de investigación, se suministró a las colonias alimento, por medio de la colocación de tanques con jarabe de azúcar al 65%, diez galones por colonia, un barril por cada 10 colonias, colocando de 3 a 4 barriles por

apiario. Al abrir los barriles se colocó dentro paja para que las abejas entraran por el jarabe, y no se ahogaran (Fig. 18), después fue colocada una barra de madera para detener la tapa del barril y evitar la fermentación de la miel por la lluvia o nieve.



Figura 18. Alimentador externo, barril con jarabe de azúcar

2.10 Tratamientos preventivos de enfermedades

En las primeras semanas de noviembre y al término del proyecto de investigación, fueron aplicados los tratamientos preventivos contra Loque Americana y Varroa en todos los apiarios del laboratorio. La forma de aplicación consintió en colocar una tira de Checkmite® en el centro de la cámara de cría para tratar contra varroa (Fig. 19) y $\frac{1}{2}$ taza de azúcar pulverizada con terramicina aplicada entre los dos bastidores laterales de ésta, tratando de cubrir a cuantas abejas hubiese ahí (Fig. 20).



Figura 19. Tratamiento contra varroa con tiras de Checkmite



Figura 20. Tratamiento contra Loque Americana

3. APOYO EN PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN

En la segunda semana de la estancia se apoyó al M en C. Chris Cutler y su equipo de trabajo, durante la investigación de un producto químico del laboratorios Bayer^h, para el control de plagas en sembradíos de canola, se evaluó su toxicidad y como afectaba a las abejas, ya que de este cultivo depende de la polinización de las abejas para desarrollarse. El apoyo brindado consintió en el marcaje de abejas recién emergidas con etiquetas de diferentes colores adheridas al tórax de éstas y numeradas del uno al treinta, para posteriormente introducirlas a las colonias estudio (Fig. 21). Posteriormente se acompañó al equipo para registrar el número de las abejas marcadas que habían sido aceptadas en las colonias y evaluar como afectó el producto a estas abejas.



Figura 21. Marcaje de abejas obreras

^h Bayer: el producto usado en este proyecto aun no esta registrado debido a que esta en investigación

Otros de los proyectos en el que se participó fue la detección de varroa en el apiario de Willobee, con el equipo de “Transferencia de Tecnología”, mediante dos pruebas:

1) Directa: Consistió en la desoperculación de 100 celdillas de zángano de preferencia de un bastidor de la cámara de cría, para detectar la presencia de varroa observando de forma directa en la superficie de las abejas o el fondo de las celdillas (Fig. 22).

2) Indirecta: Por medio de tres métodos:

a) Detección por medio de éter. Colectar una cucharada de abejas de los bastidores centrales de la cámara de cría, e introducirlas en un frasco de vidrio previamente rociado con éter, agitarlo, colocar las abejas en una charola y observar directamente los parásitos en el fondo del frasco o en la charola.

b) Azúcar pulverizada. Colocar una cucharada de abejas en un frasco, agregando una cucharada de azúcar pulverizada. Se agitó el frasco y las abejas fueron colocadas sobre la tapa de una colonia para poder observar en el fondo del frasco la presencia del ácaro (Fig. 23).

c) Alcohol al 70%. En un frasco con $\frac{1}{4}$ de alcohol, colocar una cucharada de abejas, tapar el frasco y agitar por un minuto, abrir y retirar las abejas colocándolas en una charola, finalmente revisar el frasco y su tapa buscando la presencia del ácaro.

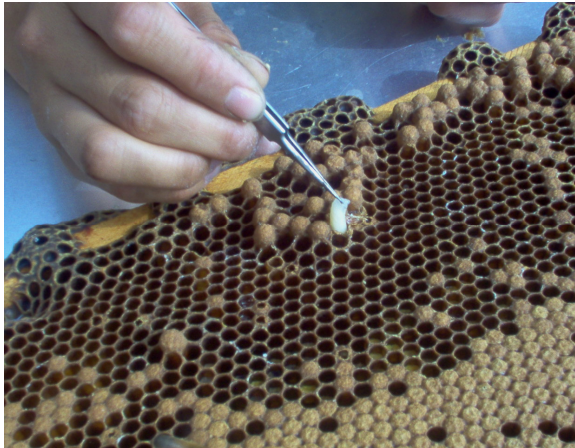


Figura 22. Desoperculación de cría para la detección de varroa



Figura 23. Abejas con azúcar pulverizada

Además de estas actividades se participó en el desarrollo de material para la detección de resistencia al fluvalinatoⁱ por parte del ácaro *varroa destructor*. Para ello se prepararon diluciones de 50 ml, 100 ml y 300 ml (Fig. 24) del producto con acetona, depositándolo en diferentes frascos y se prepararon frascos control con acetona. Cuando la acetona se evapora deja el vial impregnado con el fluvalinato, para que posteriormente, el “Equipo de

ⁱ Fluvalinato. Piretroide sintético usado como insecticida. El producto es aplicado impregnado en tiras plásticas, colocadas en la cámara de cría después de la cosecha o bien como parte del manejo antes del invierno, por periodos de 6 a 8 semanas.

Transferencia de Tecnología”, introdujera las varroas a éstos y observar el tiempo en que mueren para detectar la resistencia.

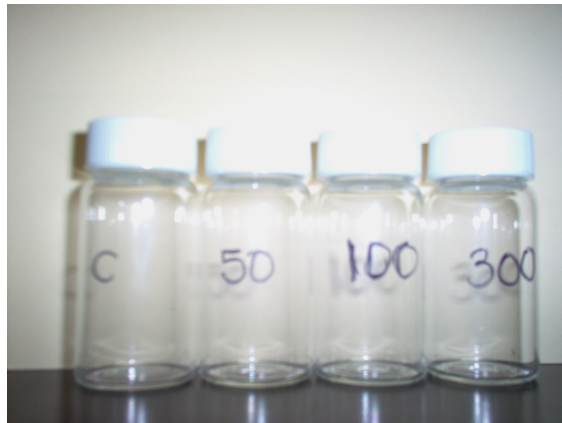


Figura 24. Frascos con diluciones de Fluvalinato para la detección de resistencia por parte de varroa

Otra de las participaciones en proyectos de investigación fue en la plática-práctica con el M en C Jean Paul, quien realiza control de parásitos en abejorros través de hongos, los abejorros son usado para polinizar cultivos de jitomate y fresa. El hongo utilizado en este proyecto es *Bauberia sp.* *Bauberia* es un hongo que esporula, forma colonias de color blanco y es cultivado en Aliquot (agar agua). Para colectar el hongo se lava al insecto con agua esterilizada y tween 20 u 80. Se suspende en 50 o 100 ml y se agita por 2 horas para retirar las esporas, se aspiran 100 ml y se siembran en agar agua a una temperatura de 32°-35°c por dos horas, con una humedad relativa 80-90% (Fig. 25).

Para evaluar su patogenicidad, se reproducen las esporas de este organismo por medio del cultivo antes descrito y para observar si los parásitos mueren

por causa natural o por el hongo, se colecta el insecto y es colocado en agar agua, sellando con parafina y dejándolo por 5 a 7 días para ver el crecimiento del hongo. Otra forma es colocar al insecto o parásito en agar agua dentro una cámara húmeda, sellado con parafina para ver crecer los micelos sobre él.

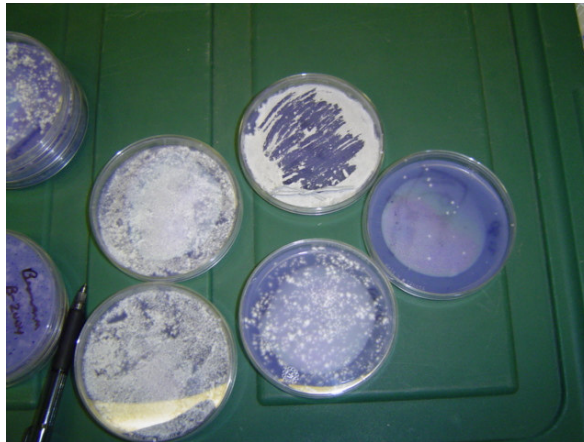


Figura 25. Cultivo de hongos para el control de parásitos. Cultivo de *Bauberia sp*

A mediados de agosto se tuvo la oportunidad de participar en el manejo de cría de abejas reinas en la isla Thorah, localizada en la parte sureste del lago Simcoe en Ontario, Canadá, donde se realiza la cría de reinas Buckfast^j, mediante el método Doolittle, obteniéndose 45 reinas vírgenes por colonias. Las reinas son inseminadas de forma natural con zánganos de las colonias productoras de miel que se encuentra en el apiario. El tipo de cruzamiento es cerrado, debido a que la isla se encuentra aislada por el agua, evitando así la entrada de material genético no deseado de tal forma que se mantienen las

^j Buckfast: Abeja híbrida del apareamiento de abejas turcas y anatólicas, producida en Alemania, resistentes a enfermedades como varroosis y acariosis. Son abejas dóciles, altamente propolizadoras, poca tendencia a enjambrar y resistente a climas fríos.

características seleccionadas. Las actividades realizadas fueron el manejo de la colmena, identificación de las reinas inseminadas con marcaje y corte de ala, en reinas inseminadas, además de observar la introducción de reinas a los núcleos fecundadores (Fig. 26).



Figura 26. Celdas reales para su introducción a núcleos fecundadores

4. PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Durante la estancia programada, se presentó la oportunidad de participar en un proyecto de investigación para el control de varroa por medio de productos naturales, con apoyo de una beca, facilitada por el Instituto Inter-Americano para la Cooperación en Agricultura (IICA), en Ontario, Canadá.

Una semana antes de iniciar el proyecto se realizaron pruebas sobre diferentes métodos de aplicación de los productos naturales, principalmente el método de taco, este método consistió en poner el producto elegido, en forma de polvo mezclado con azúcar pulverizada, sobre una hoja de papel periódico, envuelta en tres dobleces, de esta manera se colocó sobre los

cuatro bastidores centrales de la cámara de cría, para que las abejas por medio de su comportamiento de limpieza royeran el periódico y entraran en contacto con el polvo, para así eliminar las varroas. El taco se dejó por 7 días y se revisó cada 3 días, se observó que las abejas retiraron más de la mitad y los pedazos restantes fueron propolizados (Fig. 27). Posteriormente se colocó otro taco para ver su aceptación, ya que los tratamientos del proyecto serian aplicados semanalmente, pero al revisar el taco, fue completamente propolizado. Debido a esto el método de aplicación fue sustituido por una charola de papel de 10cm², las orillas fueron dobladas hacia arriba para evitar que el producto se cayera (Fig. 28).

Se realizaron pruebas de solubilidad al ácido oxálico y timol (en cristales y pulverizado) con diferentes diluyentes ya que es el método recomendado por la literatura, la dilución del ácido en hexano, no fue efectiva. Se ensayaron diluciones en agua tibia, alcohol etílico y agua a temperatura ambiente, donde la más efectiva fue con el alcohol etílico (Fig. 29).



Figura 27. Prueba del método del taco, obsérvese las orillas propolizadas

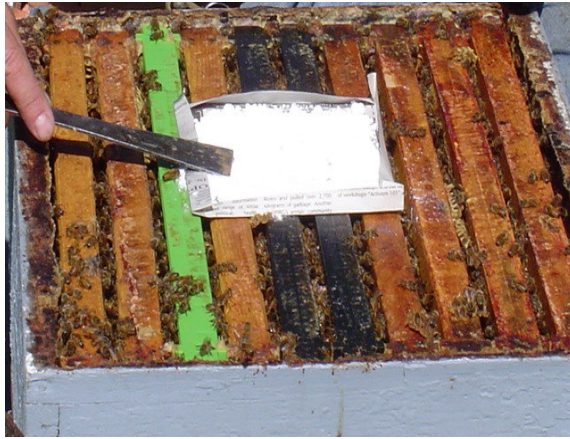


Figura 28. Prueba alternativa mejorada al método del taco, mejorada



Figura 29. Pruebas de solubilidad para el ácido oxálico y timol

5. CONCLUSIONES

Durante la participación en el Trabajo Profesional en el extranjero, dentro del Área Apícola, nos percatamos de la importancia que tiene la apicultura a nivel mundial, los diferentes manejos que se pueden realizar dentro del apiario y los problemas en común a los que se enfrentan los apicultores, para resolverlos, obtener una mayor productividad y de mejor calidad. Además de poder aplicar los conocimientos del área apícola que ya se tenían y aprender nuevas técnicas.

6. COSTOS DEL TRABAJO PROFESIONAL

Hospedaje por dos meses y medio en el <i>campus</i>	\$5,494.50
Alimentación	\$4,000.00
Transporte	\$16,516.00
Extras	\$ <u>5,000.00</u>
Total	\$31,010.50 pesos

Con Beca del IICA

Hospedaje por dos meses y medio	\$1,800.00
Boleto de avión Toronto-Ciudad de México	\$ 862.00
Comidas y seguro de vida	\$1,875.00
Trasporte local	<u>\$ 600.00</u>
Total	\$5,137.00 dólares

LITERATURA CITADA

1. Clay H, 2004, History of National Coordinator of Canadian ONE council. recuperado el 22 de marzo de 2006.
<http://www.honeycouncil.ca/user/history.html>
2. McRory D. Provincial Apiarist Annual Report. Actualizado el 15 de febrero de 2005. Agricultura and Agri-Food Canada. Recuperado el 12 de abril del 2006;
<http://www.omafra.gov.on.ca/english/crops/facts/04rep.htm>
3. Ontario Beekeepers Association, recuperado el 12 de abril del 2006;
<http://www.ontariobee.com>
4. Climas y zonas bioclimáticas, recuperado el 22 de marzo del 2006,
<http://www.todohistoria.comtemasclimasyzonasbioclimaticas2.html>
5. Caron D. Honey Bee Biology and Beekeeping, Wicwas Press, LLC United States, 1999
6. Dadant and Sons. The hive and the honey bee, 3rd edition, Dadant and Sons, 1993
7. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, Apicultura Básica, SAGARPA, PNCAA; IICA, México, DF., 2001
8. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, Cría de Abejas Reina, SAGARPA, PNCAA; IICA, México, DF., 2001

9. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, Cría de Abejas Reina, SAGARPA, PNCAA; IICA, México, DF., 2002
10. Elzen PJ *et al.* Fluvalinate Resistance in *Varroa jacobsoni* From Several Geographic Locations, American Bee Journal, June 29,1998
11. Krause B, Page RE. Effect of *Varroa jacobsoni* on feral *Apis mellifera* in California, Environ. Entomology, 24, 1473-1480.



UNIVERSIDAD NACIONAL
AVENIDA DE
MEXICO

Universidad Nacional Autónoma de México

Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia

TRABAJO FINAL DEL TRABAJO PROFESIONAL
EN LA MODALIDAD DE PRODUCCIÓN APÍCOLA

EVALUACIÓN DE TRES MÉTODOS DE APLICACIÓN DE LOS PRODUCTOS ALTERNATIVOS NATURALES, ÁCIDO OXÁLICO Y TIMOL, PARA EL CONTROL DEL ÁCARO *Varroa destructor*, EN COLONIAS DE ABEJAS (*Apis mellifera* L.)

PARA OBTENER EL TÍTULO DE
MÉDICA VETERINARIA ZOOTECNISTA

P R E S E N T A

FABIOLA RODRIGUEZ MURIEDAS

ASESORES: PhD. ERNESTO GUZMAN NOVOA
MVZ ADRIANA CORREA BENÍTEZ



MÉXICO D. F.

Septiembre, 2006



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

Universidad Nacional Autónoma de México

Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia

TRABAJO FINAL DEL TRABAJO PROFESIONAL
EN LA MODALIDAD DE PRODUCCIÓN APÍCOLA

EVALUACIÓN DE TRES MÉTODOS DE APLICACIÓN DE LOS PRODUCTOS ALTERNATIVOS NATURALES, ÁCIDO OXÁLICO Y TIMOL, PARA EL CONTROL DEL ÁCARO *Varroa destructor*, EN COLONIAS DE ABEJAS (*Apis mellifera* L.)

PARA OBTENER EL TÍTULO DE
MÉDICA VETERINARIA ZOOTECNISTA
P R E S E N T A
FABIOLA RODRIGUEZ MURIEDAS



ASESORA: MVZ ADRIANA CORREA BENÍTEZ

MÉXICO, D. F.

Septiembre, 2006

INDICE

	PÁGINA
RESUMEN	1-2
1. INTRODUCCIÓN	3-5
1.1. Antecedentes	5-6
1.1.1 Métodos usados para el control de <i>Varroa destructor</i>	6-12
2. JUSTIFICACIÓN	13
3. OBJETIVOS	13
4. HIPOTESIS	13
5. MATERIAL Y METODOS	14
5.1. Lugar de trabajo	14
5.2. Material biológico	14
5.3 Infestación artificial de las colonias con <i>Varroa destructor</i>	14-15
5.4 Determinación de niveles de infestación y asignación de tratamientos	16
5.5 Métodos de aplicación	16-19
5.6 Evaluación de la eficacia de los tratamientos	19-20
5.6.1 Temperatura y humedad	20
5.6.2 Análisis Estadísticos	21

	Pagina
6. RESULTADOS	
6.1 Efecto de los métodos de aplicación sobre la eficacia de los tratamientos.	21-22
6.2 Efectos climáticos sobre la eficacia de los tratamientos	22-23
7. DISCUSIÓN	23-25
8. CONCLUSIÓN	26
LITERATURA CITADA	27-33
FIGURAS	34-41
GRAFICA	42

RODRÍGUEZ MURIEDAS FABIOLA: Eficacia de tres métodos de aplicación de los productos alternativos naturales, ácido oxálico y timol, para el control del ácaro *Varroa destructor*, en colonias de abejas (*Apis mellifera* L.). Bajo la dirección del PhD Ernesto Guzmán-Novoa y la MVZ Adriana Correa Benítez

RESUMEN

Se evaluó la eficacia del ácido oxálico y el timol, mediante tres diferentes formas de aplicación: chorreo, bloque de vermiculita y en polvo, para el control de *Varroa destructor* en colonias de abejas melíferas (*Apis mellifera* L.). Los productos fueron aplicados solos o combinados y sus resultados se correlacionaron con variables climáticas (humedad y temperatura). La eficacia del timol en polvo ($83.15 \pm 2.0\%$) no fue diferente a la del timol aplicado con el método de bloque de vermiculita ($79.11 \pm 4.5\%$), pero el primero mostró una eficacia significativa más alta que el resto de los tratamientos. Los tratamientos con ácido oxálico mostraron las menores eficacias con excepción de las colonias control. La eficacia de los productos combinados no fue más alta que cuando se aplicaron solos, con excepción del método de vermiculita. El número de varroas caídas después de tres días de haberse aplicado el producto no fue diferente al de las colonias control. Se encontró una correlación positiva entre temperatura y caída de varroas para el timol en polvo o en bloques de vermiculita ($r=0.63$ y $r=0.59$, respectivamente). Se encontró una correlación negativa entre la humedad y la caída de varroas con el timol en polvo y en bloques de vermiculita. En cuanto al ácido oxálico no se encontró ninguna correlación con las variables climáticas, excepto cuando fue aplicado combinado con el timol en bloques de vermiculita (r

=-0.60). Los resultados sugieren que el timol en polvo o en bloques de vermiculita tiene un nivel de control aceptable de varroas en las colonias de abejas. La aplicación de los tratamientos durante días calurosos y secos aumenta su eficacia. Los resultados sugieren la necesidad de buscar otros métodos de aplicación para aumentar el tiempo de liberación de los productos alternativos naturales para el control de varroa en colonias de abejas (*Apis mellifera* L.)

Palabras clave: *Apis mellifera*, *Varroa destructor*, métodos de aplicación, acaricidas naturales, timol, ácido oxálico.

1. INTRODUCCIÓN

La apicultura se desarrolló en Canadá hace 250 años aproximadamente, con estirpes de abejas importadas de Europa. Según estimaciones del 2002, Canadá contaba con 10,000 apicultores y con un total en 600,000 colonias, manejadas por apicultores a pequeña y a gran escala. La apicultura se dedica tanto a la producción de miel como a la polinización de cultivos, principalmente canola, mora azul, manzana y algunos cultivos de cereales. Se dice que la polinización aporta mil millones de dólares canadienses al año. La producción de miel es de aproximadamente de 60 a 70 kg por colmena anualmente, 36 mil toneladas de miel. El promedio de producción por colonia es de 90 kg (200 lb) en zonas como Alberta, Saskatchewan y Manitoba y de 45 kg/colonia en otras regiones. La producción de miel se desarrolla durante cuatro meses que pueden ir de mayo a agosto y en la región de las praderas, se puede ampliar desde abril a septiembre.^{1, 2,3}

Dentro de la apicultura canadiense los principales problemas que enfrentan los apicultores son: enfermedades bacterianas (Loque America^A), parasitarias (Varroosis^B, Acariosis^C) y escasez de cría de reinas. *Varroa destructor* es un ácaro que provoca grandes daños económicos a la apicultura mundial.

El parásito es de distribución mundial y es considerado como el problema sanitario más importante para la apicultura mundial.⁴ En Canadá, los daños ocasionados varían según las regiones. El movimiento de abejas polinizadoras es la principal causa de la distribución de varroa. En Ontario se reporta una mortalidad del 50% de colonias en la frontera, un 25% dentro de la provincia y en lugares como Alberta del 20%.^{2,3}

La muerte de las colonias se atribuye a la resistencia de varroa a los productos químicos con que se les trata, debido a la forma inadecuada de aplicación de estos métodos.⁴⁻⁸ Por ello, otras medidas de control deberían ser utilizadas. Algunos productos naturales han mostrado buenos resultados en el control de este ácaro, pero su forma de aplicación es muy laboriosa, costosa o poco práctica.⁹⁻¹⁴

^ALoque Americana; enfermedad altamente contagiosa de distribución mundial, que puede ocasionar la muerte de la colonia, la cual es producida por una bacteria gram positiva, *Paenibacillus larvae* que afecta a la cría, es altamente resistente debido a que esporula.

^B Varroosis: enfermedad parasitaria externa producida por el ácaro *Varroa destructor*, el cual se alimenta de la hemolinfa de abejas adultas y cría operculada causando pérdidas importantes a la apicultura mundial

^C Acariosis: Enfermedad parasitaria de la traquea de abejas adultas producida por el ácaro *Acarapis woodi*, los cuales se alimentan de la hemolinfa de las abejas a través de los espiráculos de estas, causando obstrucción de estos, provocando falta de oxígeno, esta enfermedad es de distribución mundial

1.1 Antecedentes

La varroosis es una parasitosis externa causada por el ácaro *Varroa destructor*, que afecta tanto abejas adultas, como a su cría (Fig. 1). El parásito fue identificado originalmente como *Varroa jacobsoni* por Oudemans en 1904, a partir de ácaros encontrados sobre la abeja *Apis cerana* en la isla de Java. En el año 2000, mediante análisis de la secuencia genética de ADN mitocondrial, se determinaron diferentes haplotipos de varroa, por lo que el ácaro fue renombrado como actualmente se le conoce.¹⁵⁻¹⁶

En 1971, la varroosis llegó al continente americano cuando se introdujeron colmenas infestadas provenientes de Japón a Paraguay. En Estados Unidos de América fue reportada en 1987 y en México en 1992 en el estado de Veracruz.¹⁵⁻¹⁷

Los ácaros se alimentan de la hemolinfa de las abejas causando debilidad y malformaciones, además de ser vectores de enfermedades virales y bacterianas, lo que disminuye la longevidad de las abejas.¹⁵⁻¹⁸

El daño ocasionado por varroa puede verse reflejado en una baja en la producción de miel o en la muerte de la colonia.^{15,16,18} Un estudio realizado en México demostró que colonias tratadas con acaricida produjeron 65.5% más miel que colonias donde no se aplicó tratamiento.¹⁹

1.1.1 Métodos usados para el control de *Varroa destructor*

Métodos físicos

La mayoría de estos métodos de control son usados de forma integral, para aumentar su eficacia, ya sea combinándolos entre ellos o con algún producto químico.²⁰⁻²⁵ Estos métodos son usados para el monitoreo de varroa en las colonias, permitiendo la aplicación de los tratamientos, lo que ayuda a reducir la resistencia del ácaro al producto químico.

Los métodos físicos tienen la ventaja de ser económicos y entre estos podemos encontrar los siguientes:

a) Charolas enmalladas. Son trampas de piso que contienen una charola de aluminio cubierta por una malla de alambre con abertura de 2.5 mm, lo cual permite que el ácaro caiga en la charola de forma natural, por acicalamiento de las abejas o por la aplicación de algún acaricida. La malla evita que las abejas entren en contacto con los ácaros que han caído a la charola por lo que estos no pueden remontar a las abejas. Este método aumenta indirectamente la eficacia de los productos químicos. Las charolas son fáciles de colocar y son económicas.²⁰⁻²⁵

b) Bastidores para zángano. Son económicos, aunque son más laboriosos, han demostrado tener buen resultado debido a la preferencia de varroa a la cría de estos. Son colocados entre los bastidores centrales de la cámara de

cría (Fig. 2) y deben ser retirados cuando la cría ha sido operculada para eliminar al parásito mediante congelación.^{22, 24}

c) Aplicación de aire caliente. Se aplica directamente a la colonia, con una temperatura entre 42° y 48° C provocando la muerte del ácaro. Es poco práctico para apicultores con pocas colonias ya que la inversión en el equipo es alta.²⁵

Métodos químicos

Durante mucho tiempo los productos más eficientes para el control de varroa han sido de origen químico, los cuales son de fácil aplicación y han sido los más utilizados en Norteamérica, presentando ahora la desventaja de que varroa ha desarrollado resistencia a algunos de éstos productos en diferentes regiones del mundo.⁴⁻⁷

a) Fluvalinato. Es un piretroide sintético usado como insecticida.⁵ Este producto es aplicado en formas de tiras plásticas, colocadas en la cámara de cría después de la cosecha o bien como parte del manejo antes del invierno, por periodos de 6 a 8 semanas. Varios estudios realizados en diferentes países han demostrado que varroa ha desarrollado resistencia a este producto.

Además de ser tóxico para las abejas y para el hombre, deja residuos químicos en la miel y la cera.^{4,5}

b) Coumafos. Ha sido utilizado para el control de varroa con gran eficiencia. Es un compuesto organofosforado aplicado a través de tiras plásticas impregnadas del químico. Las tiras son colocadas en las colonias sin alzas durante un período de 42 a 45 días (Fig.3). Estudios realizados en Florida han demostrado que varroa ha desarrollado resistencia a este producto, reduciendo su eficacia de 98% a 40 ó 60%.^{6,7}

Métodos Biológicos

a) Selección de abejas con alto índice de acicalamiento y comportamiento higiénico. Hay abejas que tienen un comportamiento de limpieza más alto que otras, además de que son capaces de detectar celdas operculadas infestadas con varroa y limpiarlas, lo que provoca que el ciclo de varroa quede interrumpido.²³⁻²⁸

b) Control por hongos. Este tipo de control ha sido poco estudiado, sin embargo, en estudios realizados en laboratorio con hongos *Hirsutella thompsonii* y *Metarhizium anisopliae*, se han encontrado cepas patogénicas a varroa (Fig. 4). A nivel de campo no se han obtenido buenos resultados ya que

el método de aplicación, así como la sobrevivencia y crecimiento de los hongos en el interior de las colmenas han sido algunos de los problemas que han tenido los investigadores. La alta temperatura y humedad dentro de la colmena son los principales factores que alteran la longevidad de los hongos ya que las necesidades de estos son menores a las que se encuentran dentro de la colonia.^{27,28}

Métodos naturales

La mayoría de estos productos son aceites esenciales y ácidos orgánicos provenientes de extractos de plantas y algunos se encuentran de forma natural en la miel. Son producidos por las plantas con efectos pesticidas o repelentes para protegerse contra algunos insectos (Fig. 5). Estos productos son usados en la industria de la cosmetología, la alimentación, como saborizantes o conservadores. Durante los últimos años el uso de estos productos para el control de *V. destructor* ha ido en aumento, debido a que los apicultores buscan tener la menor cantidad de residuos en la miel y en subproductos de la colmena que pongan en riesgo la salud humana.^{8,9, 29, 30}

Se han realizado diferentes estudios para la dosificación y la aplicación de estos productos sin haberse obtenido resultados contundentes. Entre los productos naturales más promisorios están los siguientes:

a) Ácido fórmico. Es un componente natural de la miel y forma parte del veneno en las hormigas. Es un ácido volátil por lo que se debe hacer una buena dosificación para no provocar la muerte o evasión de las abejas. Es fácil de aplicar y es económico; su eficacia tiene rangos que van del 51% hasta el 79%, lo que depende de muchos factores, incluyendo la temperatura, la humedad relativa y el tamaño de la colonia. Este producto cuenta con registro en Europa, Canadá y Estados Unidos, aunque presenta algunos problemas con la forma de aplicación y su presentación en forma de gel, ya que si los contenedores no están bien sellados pueden provocar quemaduras e irritación de las mucosas al ser inhalado por el aplicador.³⁰⁻³⁵

b) Ácido oxálico. Ácido orgánico que se encuentra de forma natural en las plantas así como en la miel. Su efecto consiste en acidificar la hemolinfa de las abejas, por lo que al ser consumido por varroa, provoca irritación en sus tejidos internos. En Europa es el método más usado por los apicultores en forma de chorreo. En los últimos años se han probado algunos métodos de aplicación como son: mezclarlo con jarabe de azúcar y aplicar la solución goteándola directamente sobre las abejas de la cámara de cría o por medio de aspersión. Una nueva forma de aplicación es la vaporización de cristales de ácido oxálico, elevándolo a temperaturas de 200°C, por medio de una batería de 12 voltios. Es un método laborioso y debe ser aplicado en colonias con poca cría para evitar quemarla. Hay pocos estudios respecto a la forma efectiva y segura de aplicación tanto para la colonia como para el apicultor, así como para disminuir

la presencia de residuos que se pueden encontrar en la miel y subproductos de la colmena.³⁷⁻⁴⁰

c) Octanato de sacarosa. Es un ester de azúcar producido naturalmente por las plantas y es usado como pesticida. Tiene una eficiencia muy variable, que se ve incrementada al combinarlo con otras sustancias orgánicas. Su aplicación se hace rociando los panales de las colmenas. Presenta buena tolerancia por parte de las abejas. No se han realizado muchos estudios con relación a su posible toxicidad y residuos en la miel.⁴¹

d) Timol. Aceite natural presente en la planta del tomillo, es antiséptico, antimicótico y sus presentaciones comerciales han demostrado variación en su eficacia que va del 64% al 99%, con mejores resultados en épocas del año con poca o nada de cría. Este producto actúa por contacto, provocando irritación en las abejas, aumentando el comportamiento de limpieza en éstas, por lo que se debe de aplicar la dosis adecuada por colmena ya que puede provocar lesiones en las abejas o su evasión. Su efectividad depende de la época del año y de una temperatura mayor a 12° C, para obtener la vaporización del producto. Estudios realizados han demostrado que al aplicarlo en polvo aumenta su eficacia, al igual que mezclándolo con azúcar pulverizada u otros aceites como orégano, citronela, eucalipto y mentol. Otra forma eficiente de aplicación es diluyendo el timol con etanol y aplicándolo en bloques de vermiculita, aunque no se ha podido encontrar una forma adecuada y segura

de aplicación.⁴²⁻⁴⁴ En cuanto a los residuos presentes en la miel y en cera, estos son bajos y no representan un riesgo para la salud humana y la calidad de la miel. Algunos productos como Apiguard®^D y ApiLifeVAR®^E tienen registro en Europa, con una buena aceptación y buenos resultados.⁴²⁻⁴⁴

2. JUSTIFICACIÓN

El uso de productos naturales puede ser una buena alternativa para el control de la varroosis, por lo que se deben probar métodos de aplicación efectivos, fáciles y económicos, ya sea de forma individual o combinados, con el objetivo de controlar los ácaros, dejando al mismo tiempo la menor cantidad posible de residuos en la miel.

3. OBJETIVOS

El presente trabajo tuvo como objetivo evaluar la eficacia del timol y del ácido oxálico aplicándolos solos o combinados, usando tres métodos de liberación. Así mismo, se evaluó el efecto de la temperatura y humedad en la eficacia de las diferentes combinaciones de acaricidas y métodos de aplicación.

^D Apiguard®. Gel de liberación tardía a base de Timol usado para el control de varroa en colonias de abejas melíferas. Una aplicación al año (verano u otoño), repetir cada quince día con una temperatura ambiental de 15°C mínimo.

^E ApiLifeVAR®. Timol -- 74.08%, Eucaliptos oil --16.00,L-Mentol-- 3.70 otros ingredientes-- .22%, fabricado por Chemicals LAIF, Viale dell, Artigiano, 13, 35010 Vigonza (PD) Italia. Tabletas de timol empaquetados en bolsas plásticas para su evaporación dentro de la colonia, para el control de varroa en colonias de abejas melíferas. Aplicar dos tratamientos al año con tres tabletas por colonia.

4. HIPÓTESIS

4.1 La eficacia del timol y del ácido oxálico es afectada por el método de aplicación empleado.

4.2 La eficacia del timol y del ácido oxálico aumenta cuando se administran conjuntamente.

4.3 La eficacia del timol y ácido oxálico es afectada por la temperatura y humedad ambientales.

5. MATERIAL Y MÉTODOS

5.1 Lugar de trabajo

El estudio fue realizado en dos apiarios del Departamento de Biología Ambiental del Colegio de Agricultura en la Universidad de Guelph, Ontario, Canadá, y los análisis fueron hechos en el Laboratorio Apícola del mismo departamento. La ciudad de Guelph se localiza a 43°31' latitud Norte y 80°13' latitud Poniente, con un clima boreal de nieves y bosques con inviernos húmedos D(fb).⁴⁵

5.2 Material biológico

Los apiarios donde se realizó la investigación se localizan: uno en el Centro de Investigación del condado de Arkel y el otro en la localidad de Eden Mills. Cada apiario constó de 35 colonias para el estudio. Ambos apiarios se localizan a menos de 2 km uno del otro (Fig. 6,7). Cada colonia era de tipo Langstroth y sus poblaciones fueron homogeneizadas para tener la misma cantidad de cría ($670 \pm 50 \text{ cm}^2$), abejas adultas (ocho bastidores cubiertos por abejas) y alimento almacenado (tres a cuatro bastidores con miel y polen). Las colonias poseían reinas carniolas criadas en Ontario y a todas colonias se les dio el mismo manejo hasta la aplicación de los tratamientos.

5.3 Infestación artificial de las colonias con *Varroa destructor*

Debido a que antes del experimento las colonias presentaron un nivel bajo de infestación (<1ácaro/24 h caídos sobre un fólter impregnado con manteca vegetal y colocado sobre una charola ubicada debajo de la cámara de cría), cada colonia fue infestada artificialmente con 100 ácaros colocados en 50 obreras. Para ello, 25

obreras fueron confinadas en dos jaulas tipo Benton (Fig.8) y dos hembras de varroa colocadas sobre cada obrera con ayuda de un pincel fino.⁴⁶ Las jaulas con las abejas infestadas fueron introducidas en las colonias experimentales, para ser liberadas por las abejas obreras de la colonia al roer el “candy”¹ que cubría el orificio de salida de las jaulas. Los ácaros usados para infestar las colonias fueron obtenidos de colonias altamente infestadas localizadas a más de 100 km de las colonias experimentales. La recolección de varroas se llevó a cabo de la siguiente manera: se colocó una canastilla de malla de alambre (abertura de 4 mm) dentro de una cubeta plástica de 19 L, dejando un espacio de 20 cm entre el fondo de la cubeta y la canastilla. En este espacio fueron colocados dos frascos de 40 ml con la mitad de éter etílico. Posteriormente, los bastidores de las colonias infestadas fueron sacudidos sobre la malla del contenedor y éste se cerró durante 5 minutos para anestesiar a las abejas y permitir que las varroas cayeran de éstas. Después, la malla fue retirada, sacudiendo a las abejas anestesiadas afuera de la piquera de su colonia y las varroas fueron recolectadas del fondo del contenedor.

5.4 Determinación de niveles de infestación y asignación de tratamientos

Para determinar el nivel de infestación inicial por colonia, se recolectaron ácaros a través de las cartulinas impregnadas con manteca vegetal, que se mantuvieron por tres días consecutivos en las colmenas (Fig.9). Pasado este tiempo, los ácaros

¹ Candy: Alimento que se coloca en la entrada de la caja tipo Benton para trasladar a la reina, elaborado con azúcar pulverizada y jarabe de alta fructosa.

fueron contados y el número total fue dividido entre tres para determinar la cantidad de ácaros caídos por día. Debido a que no hubo diferencia estadística en el número de ácaros caídos en 24h entre las colonias (36 ± 2.6 ; $F_{9,60} = 0.38$; $P=0.94$), se asignaron los diferentes tratamientos aleatoriamente entre nueve grupos con siete repeticiones por grupo, más el grupo control. El experimento contó con dos factores a estudiar: el tipo de tratamiento (timol, ácido oxálico y la combinación de ambos) y el método de aplicación (en polvo mezclado con azúcar pulverizada, diluido en etanol al 96% e impregnado en bloques de vermiculita y disuelto en jarabe de azúcar y chorreado sobre las abejas).

5.5 Métodos de aplicación

Los diferentes tratamientos fueron aplicados una vez por semana durante cuatro semanas consecutivas a partir del 19 de septiembre del 2005.

Tratamiento 1. Timol aplicado por medio del método en polvo (TP). Este consistió en la adición de 30 g por colonia de una mezcla hecha con 6 g de timol en polvo y 24 g de azúcar pulverizada, depositados sobre una charola de papel periódico de 10 x 10 cm y colocada sobre los cuatro bastidores centrales de la cámara de cría.

Tratamiento 2. Timol aplicado por medio del método de chorreo con jeringa (TC). Se preparó una solución de 6 g de cristales de timol ² disueltos en 100 ml de jarabe de azúcar (1:1 azúcar-agua). Aplicándose 100 ml del producto por colonia, chorreando el producto entre los espacios de los cuatro bastidores centrales de la

² El timol fue adquirido a través de los laboratorios Sigma.

cámara de cría de cada colmena y cubriendo tantas abejas como fuera posible (Fig. 10).

Tratamiento 3. Timol aplicado con el método de vermiculita (TV). Se colocaron tres bloques de vermiculita de 5 x 5 x 0.7 cm, cada uno impregnado con 10 ml de una solución hecha con 2 g de timol disuelto en 10 ml de alcohol etílico. Los bloques se colocaron sobre los cuatro bastidores centrales de la cámara de cría.

Tratamiento 4. Ácido oxálico aplicado por medio del método en polvo (OP). Este consistió en la aplicación de 30 g por colonia de una mezcla hecha con 2 g de ácido oxálico en polvo y 24 g de azúcar pulverizada, depositados sobre una charola de papel periódico de 10 x 10 cm y colocada sobre los cuatro bastidores centrales de la cámara de cría.

Tratamiento 5. Ácido oxálico aplicado por el método de chorreo por jeringa (OC). Se preparó una solución de 2 g de ácido oxálico en 100 ml de jarabe de azúcar (1:1 azúcar-agua). Aplicándose 100 ml del producto por colonia, chorreándolo entre los espacios de los cuatro bastidores centrales de la cámara de cría y cubriendo tantas abejas como fuera posible.

Tratamiento 6. Ácido oxálico aplicado con el método de vermiculita (OV). Se usaron tres bloques de vermiculita de 5 x 5 x 0.7 cm, colocados sobre los cuatro bastidores centrales de la cámara de cría (Fig. 11). Cada bloque fue impregnado

con 10 ml de una solución hecha de 2 g de ácido oxálico diluido en 10 ml de alcohol etílico.

Tratamiento 7. Timol y ácido oxálico aplicado por medio del método en polvo (TOP). Este consistió en la adición de 30 g por colonia de una mezcla hecha con 6 g de timol y 2 g de ácido oxálico en polvo en 24 g de azúcar pulverizada. La mezcla se depositó sobre una charola de papel periódico de 10 x 10 cm que se colocó sobre los cuatro bastidores centrales de la cámara de cría (Fig. 12).

Tratamiento 8. Timol y ácido oxálico aplicado por el método de chorreo por jeringa (TOC). Se preparó una solución de 6 g de timol y 2 g de ácido oxálico diluidos en 100 ml de jarabe de azúcar (1:1 azúcar-agua). Se aplicaron 100 ml de la solución por colonia, chorreado el producto entre los espacios de los cuatro bastidores centrales de la cámara de cría y cubriendo tantas abejas como fuera posible.

Tratamiento 9. Timol y ácido oxálico aplicado con el método de vermiculita (TOV). Se colocaron tres bloques de vermiculita de 5 x 5 x 0.7 cm sobre los cuatro bastidores centrales de la cámara cría. Cada bloque fue impregnado con 10 ml de

una solución hecha con 6 g de timol y 2 g de ácido oxálico disueltos en 10 ml de alcohol etílico.

Tratamiento 10. Control (CC). Se aplicó a las colonias control 100 ml de jarabe de azúcar por medio de chorreo con jeringa, tres bloques de vermiculita secos y una charola de papel periódico de 10 x 10 cm con 30 g de azúcar pulverizada.

5.6 Evaluación de la eficacia de los tratamientos

Para poder medir la caída de ácaros durante los tratamientos, fueron colocadas charolas enmalladas con cartulinas impregnadas con manteca vegetal en la base de las colonias tratadas y las control. Las cartulinas fueron recolectadas dos veces por semana en dos periodos; los tres primeros días posteriores a la aplicación del tratamiento (periodo 1) y la segunda recolección para los días 4 al 7 después de la aplicación de los tratamientos (periodo 2). Al finalizar la cuarta semana de tratamientos, con el fin de evaluar la eficacia y métodos de aplicación, se colocaron tiras del acaricida sintético coumafos (Checkmite®³, Bayer), en las colonias (Fig. 13), de acuerdo a las instrucciones del fabricante. Esto se hizo para eliminar los ácaros remanentes de las colonias (tratamiento finalizador). El grado de eficacia fue determinado a través de la estimación de la mortalidad de ácaros debido a los tratamientos naturales en comparación con el tratamiento con coumafos. El porcentaje de mortalidad fue obtenido dividiendo el número de

³ Checkmite®, Bayer: Coumafos 10%. Tiras plásticas impregnadas con coumafos para el control de varroa en las colonias de abejas melíferas, aplicar una tira por cada 5 bastidores en cada cámara de cría, por 42 a 45 días, colgarla lo más cerca del centro de la cámara de cría. Las alzas deben ser retiradas antes de aplicar el producto y deben colorarse 14 días después de haber retirado las tiras. No se debe de dar tratamiento más de dos veces al año. Para manejar el producto deben usarse guantes.

ácaros caídos o muertos durante los tratamientos entre el total de ácaros recolectados (ácaros caídos durante el experimento más ácaros remanentes al final de los tratamientos) y el resultado fue multiplicado por 100.

5.6.1 Temperatura y humedad.

Para determinar si estos factores climáticos afectaban la eficacia de los tratamientos aplicados, ambas variables fueron medidas diariamente a las 12 h.

5.6.2 Análisis Estadísticos

Los porcentajes de eficacia fueron transformados por medio de la función arco-seno de la raíz cuadrada para someterlas a un análisis de varianza y a pruebas de separación de medias de Fisher. El efecto del apiario no fue considerado, debido a que no se encontró que fuera significativo ($P > 0.05$). Los datos del número de ácaros caídos fueron analizados con las pruebas U de Mann-Whitney para comparar los periodos y las colonias tratadas contra las colonias control. Se utilizaron métodos no paramétricos debido a que estos datos no tuvieron una distribución normal. Los registros del clima (temperatura ambiente, humedad relativa) fueron transformados logaritmicamente y se correlacionaron con la caída del ácaro, mediante un análisis de correlación lineal de Pearson.

6. RESULTADOS

6.1 Efecto de los métodos de aplicación sobre la eficacia de los tratamientos

ácaros caídos o muertos durante los tratamientos entre el total de ácaros recolectados (ácaros caídos durante el experimento más ácaros remanentes al final de los tratamientos) y el resultado fue multiplicado por 100.

5.6.1 Temperatura y humedad.

Para determinar si estos factores climáticos afectaban la eficacia de los tratamientos aplicados, ambas variables fueron medidas diariamente a las 12 h.

5.6.2 Análisis Estadísticos

Los porcentajes de eficacia fueron transformados por medio de la función arco-seno de la raíz cuadrada para someterlas a un análisis de varianza y a pruebas de separación de medias de Fisher. El efecto del apiario no fue considerado, debido a que no se encontró que fuera significativo ($P > 0.05$). Los datos del número de ácaros caídos fueron analizados con las pruebas U de Mann-Whitney para comparar los periodos y las colonias tratadas contra las colonias control. Se utilizaron métodos no paramétricos debido a que estos datos no tuvieron una distribución normal. Los registros del clima (temperatura ambiente, humedad relativa) fueron transformados logaritmicamente y se correlacionaron con la caída del ácaro, mediante un análisis de correlación lineal de Pearson.

6. RESULTADOS

6.1 Efecto de los métodos de aplicación sobre la eficacia de los tratamientos

La caída de ácaros en las colonias tratadas fue significativamente más alta que en las no tratadas ($F_{9,60} = 27.5$, $P < 0.0001$). El efecto acaricida del timol en polvo ($83.15 \pm 2.0\%$), no difirió significativamente al del timol aplicado en bloques de vermiculita ($76.11 \pm 4.5\%$), pero el primero mostró una eficacia más alta que el resto de los tratamientos aplicados.

El timol, el ácido oxálico aplicado por chorreo y el ácido oxálico aplicado en polvo, mostraron los niveles más bajos de eficacia, a excepción de los encontrados las colonias control (Fig. 14). Tampoco se encontró un sinergismo al combinar ambos productos y el porcentaje de eficacia de la combinación de estos no fue mayor a la de los demás tratamientos, con excepción del método de bloques de vermiculita (Fig. 14).

El promedio de ácaros caídos fue altamente significativo en los tres primeros días posteriores a la aplicación de los productos (Cuadro 1, periodo 1) en comparación de los segundos cuatro a siete días después de este período (Cuadro 1, periodo 2), en todos los casos excepto en los tratamientos TC, OP y CC. Además hubo diferencias significativas en el número de ácaros recolectados en las cartulinas entre las colonias tratadas y las colonias control, con excepción de las colonias de los tratamientos TC, OP y OV, durante el primer periodo. En el segundo período no hubo diferencia entre las colonias tratadas y las colonias control con excepción de las del tratamiento TOV (con base a la prueba U de Mann-Whitney, Cuadro 1).

6.2 Efectos climáticos sobre la eficacia de los tratamientos

Se encontraron algunas correlaciones significativas entre las variables climáticas (humedad y temperatura) y la eficacia de los tratamientos (medida por la caída de

ácaros). Se encontró una correlación positiva entre temperatura y caída de ácaros en los tratamientos de TP y TV ($r=0.63$, $P=0.02$; $r=0.59$, $P=0.04$, respectivamente, $n=7$), y una correlación negativa entre humedad y caída de ácaros en los mismos tratamientos ($r=-0.60$, $P=0.03$, $n=7$, en ambos casos). No se encontró ninguna correlación entre la temperatura o la humedad y la caída de ácaros para el método TC o para los tratamientos con ácido oxálico, con excepción del método TOV ($r=0.53$, $P=0.05$, $n=7$).

7. DISCUSIÓN

Todos los tratamientos tuvieron una caída de ácaros significativamente más alta en comparación con las colonias control. La eficacia de éstos fue afectada por el tipo de acaricida y método de aplicación, y en algunos casos por factores climáticos. Los niveles más bajos de eficacia fueron observados en las aplicaciones por chorreo, independientemente del tipo de acaricida usado.

Los resultados sugieren que el uso del timol aplicado en polvo o diluido en alcohol etílico y aplicado en bloques de vermiculita, pueden producir niveles aceptables de control de varroa a principios de otoño, principalmente cuando el producto es aplicado en condiciones de temperatura alta y humedad baja, lo que favorece su evaporación. Los rangos de temperatura y humedad diarias coinciden con los rangos descritos por la literatura, los cuales fueron entre 5 y 21 °C y de 64% a 92%, respectivamente.³⁹

Los resultados acerca de la eficacia de los acaricidas probados están dentro de los rangos reportados en estudios previos formulados con base a timol (64 a 99%).

8,12,23,32,41,43 Los niveles de control de varroa a través del timol en polvo (TP)

fueron menores a los encontrados por Espinosa y Guzmán-Novoa quienes usaron un producto comercial de timol en gel (Apiguard®) y trabajaron en condiciones de alta temperatura y baja humedad.³¹

El ácido oxálico mostró mejores resultados cuando fue aplicado por métodos de contacto, sin embargo, fue el que obtuvo la menor eficacia aún aplicado sólo por el método de chorreo (<40%), el cual había sido reportado por Charriere e Imdorf como un método con alto grado de eficacia.³⁷ Estas bajas eficacias quizás se deban a la presencia de cría en bastidores de las colonias experimentales.^{37,38} En estudios realizados en Eslovenia por Gregorc y Planinc, se reportaron porcentajes de eficacia del >97% en colonias sin cría, tratadas durante la última parte de otoño, pero menos del 25-39% en colonias con cría tratadas durante agosto y septiembre.^{39, 40}

El grado de control de varroa con la mezcla de ácido oxálico y timol no fue más alto que el encontrado cuando los productos fueron aplicados por separado, excepto con el método bloques de vermiculita. Este es el primer estudio que reporta resultados de eficacia de productos acaricidas combinados para el control de varroa por lo que no hay datos con que comparar los resultados. Sin embargo, estos sugieren que el uso de más de un producto no es recomendable para el control del ácaro, debido a que tal vez no se incremente la eficacia, pero si aumenta el costo del tratamiento y el riesgo de contaminar la miel.

Todos los tratamientos causaron una mortalidad del ácaro durante los primeros tres días de su aplicación (cuadro 1, periodo 1), sin embargo perdieron casi toda su eficacia entre los días cuatro y siete de aplicación (cuadro 1, periodo 2), debido

a que no fue observada una diferencia en la caída de ácaros entre las colonias tratadas y las control después de tres días de su aplicación. Los resultados indican que ninguno de los tratamientos, con timol o ácido oxálico, fueron capaces de mantener un rango acaricida constante por un tiempo prolongado. Estudios preliminares recientes, muestran que los bloques de vermiculita impregnados con una solución de timol diluida en alcohol etílico pierden >70% de su peso en 24 h, lo que concuerda con los resultados encontrados por Gashout y Guzmán-Novoa, (datos no publicados). Este problema fue encontrado con anterioridad en colonias tratadas con ácido fórmico y otros productos naturales.⁴²

Los tratamientos aplicados por métodos líquidos muestran un grado de liberación decreciente con el tiempo, por lo que deben ser aplicados constantemente para mantener las dosis adecuadas del producto, para evitar que las varroas sobrevivan y reinfesten la colonia, además de depender altamente de la temperatura y la humedad para su evaporación.^{37,39}

Se debe tener cuidado con estos factores, pues a una temperatura muy alta y a una baja humedad, puede ocurrir una sobredosis del producto en la colonia. Por el contrario, a una temperatura baja y a una humedad alta, se podría dar una subdosis.

8. CONCLUSIÓN

Los métodos TP y TV son candidatos para futuras investigaciones enfocándolos a un aumento del tiempo de liberación, ya que tienen un grado aceptable de control de varroa, al aplicarlos durante principios de otoño en climas nórdicos. Además se deberán crear métodos de liberación que sean menos afectados por condiciones climáticas.

Poco se conoce acerca de la distribución y la forma de acción del ácido oxálico en las abejas, por lo que es necesario investigar más acerca de este producto y encontrar un método de aplicación efectivo.

Es necesario encontrar métodos que produzcan una liberación constante del acaricida por lo menos de 7 a 14 días, para evitar visitas y manejo constante del apiario, principalmente para la apicultura comercial. Mientras más aplicaciones necesite un producto más alto será su costo.

LITERATURA CITADA

1. Clay H, National Coordinator of Canadian Honey council, recuperado el 3 de agosto del 2006, <http://www.honeycouncil.ca/user/history.html>
2. Canada Ministry of Agriculture Food and Rural Affair, 2004 Provincial Apiarist Annual Repor, creado por McRory Doug, Apicultor de la provincia/OMAF, el 15 de febrero del 2005 y recuperado el 15 de mayo del 2006, ag.info@omaf.gov.on.ca
3. Doug McRory, Provincial Apiarist/OMAF, Ontario Beekeepers Association, <http://www.ontariobee.com>
4. Pettis JS, Shimanuki H, Feldlaufer M. An assay to detect fluvalinate resistance in varroa mites. Am. Bee. J, 1998,138: 538-541.
5. Elzen, PJ, Eischen, FA, Baxter JB, Pettis J, Elzen GW, Wilson WT. Fluvalinate resistance in *Varroa jacobsoni* from several geografic locations. Am. Bee. J. 1998, 138: 674-676.
6. Elzen, PJ, and Westervelt, D. Detection of Coumaphos Resistance in Varroa destructor in Florida. Am. Bee. J, 2002 April; 291.292.
7. Medhart N. Detention of varroa resistance to checkmite (coumanphos) in New Jersey, letter to the editor. 2002.
8. Stanghellini M and Raybold P. Evaluation of selected biospesticides for the late fall control of varroa mites in northern temperate climate, Am. Bee. J. Junio 144 (6): 475-480 2004.

9. Calderone N, Wilson WT, Spivak M. Plant Extract for control of parasitic mite *Varroa jacobsoni* (Acari: Varroidae) and *Acarapis woodi* (Acari: Tarsonemidae) in Colonies of *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae). J. Econ. Entomol. 1997, 90 (5): 1080-1086.
10. Calderone N, Spivak M. Plant Extract for control of parasitic mite *Varroa jacobsoni* (Acari: Varroidae) in Colonies of Western Honey Bee (Hymenoptera: Apidae). J. Econ. Entomol. 1995, 88(5): 1211-1215.
11. Imdorf A, Charriere JD, Maquelin C, Kilshenmann V, Bachofen B. Alternative *Varroa* control. Am. Bee J, 1996, 135: 189-193.
12. Imdorf A, Boganov S, Ibañez-Ochoa R, Calderone NW. Use of essential oils for the control of *Varroa jacobsoni* in honey bee colonies. Apidologie, 30: 209-228, 1999.
13. Rice DN, Winston LM, Higo AH. Integrated Pest Management for the parasitic mite *Varroa destructor* (Anderson and Trueman) in colonies of Honey Bees (*Apis mellifera*). Am. Bee. J, 2004, October 791-795.
14. De Jong D. Mites; *Varroa* and other parasites of brood en Honey Bee Pests, Predators, and disease. Morse R. Nowogrodzki R (Eds). A. I. Root. Co. Medina, Ohio. Pp 279-327, 1997.
15. Caron D. Honey Bee Biology and Beekeeping, Wicwas Press, LLC United States, 1999.
16. Dadant and Sons. The hive and the honey bee. 3rd edition, Dadant and Sons, 1993.

- 17.. Morse R., Honey Bee Pests, Predators and Diseases, Third Edition, Root, 1997.
18. Secretaría de Agricultura Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Patología Apícola, SAGARPA, PNCAA, 1996.
19. Arechavaleta VME y Guzmán-Novoa E. Producción de miel de colonias de abejas (*Apis mellifera* L.) tratadas y no tratadas con un acaricida contra *Varroa jacobsoni* Oudemans en Valle de Bravo, Estado de México. Veterinaria México 31(4):381-384.
20. Ellis, DJ Jr, Delaplane K. y Hood WM. Efficacy of a Bottom Screen Device, Apistan, and Apilife Var, in Controlling *Varroa destructor*. Am. Bee. J, 2001,141: 813-816.
21. MAAREC. Varroa Mites. Publication 4.7, February 2000.
22. Chapleau PJ. Experimentation of an anti-varroa screened bottom board in the context of developing an integrated Pest Management Strategy for varroa infested honeybees in the province of Quebec. Minister of Agriculture Food and Rural Affairs of Quebec, Canada, Regional district of l'Estrie, March 2002.
23. Ellis J. The Future of Varroa Control Integrating Current Treatments with the Latest Advancements. Am. Bee. J, 2001, 141(2): 127-131.
24. Sammataro D, Needham GR. Developing an Integrated Pest Management (IPM) scheme for managing parasitic bee mites. Am. Bee. J, 1996,136, 440-443.

25. Rice DN, Winston LM, Higo AH. Integrated Pest Management for the Parasitic Mite *Varroa destructor* (Anderson and Trueman) in Colonies of Honey Bees (*Apis mellifera*). Am. Bee. J, 2004, October 791-795.
26. Arechavaleta ME, y Guzmán-Novoa E. Relative effect of four characteristic that restrain the population growth of the mite *Varroa destructor* in honey bee (*Apis mellifera*) colonies. Apidologie 2000, 32: 157-174.
27. Shaw K, et al. Laboratory Bioassays to assess the pathogenicity of mitosporic fungi to *Varroa destructor*, (Acari: Mesostigmata) an ectoparasitic mite of honeybee, *Apis mellifera*. Biological Control, 2002, 24: 266-276.
28. Kanga LHB, James RR, Boucias DG, *Hirsutella thompsonii* and *Metarhizium anisopliae* as potencial microbial control agents of *Varroa destructor*, a honey bee parasite, Journal of Invertebral Pathology, 2002, 81: 175-184.
29. Sammataro D, et al. Some volatile plant oils as potencial control agents of varroa mites (Acari: Varroidae) in honey bee colonies (Hymenoptera: Apidae) Am. Bee. J, 1998, 138: (681-685).

30. Ali MA, et al. Laboratory evaluation of 17 monoterpenoids and field evaluation of two monoterpenoids and two registered acaricides for the control of *Varroa destructor* Anderson and Trueman (Acari: Varroidae), Am. Bee. J, 2002, January 51-53.
31. Espinosa-Montaña LG y Guzmán-Novoa, E. Eficacia de dos acaricidas naturales, ácido fórmico y timol, para el control del ácaro *Varroa destructor* de

las abejas (*Apis mellifera* L.) en Villa Guerrero, Estado de México. Veterinaria México, en prensa 2006.

32. Mattila H and Otis G. Trials of Apiguard a thymol based miticide, Part 1. Efficacy for control of parasitic mites and residues in honey Am. Bee. J, 1999,136, (12): 947-952.
33. Mattila H and Otis G. The efficacy of Apiguard against varroa and traqueal mites, and its effect on honey production: 1999 Trial. Am. Bee. J, 2000, 140, (12): 969-973.
34. Liu TP. Formic acid and Bee mites. Am. Bee. J, May 1991,311-312,
35. Feldlaufer MF, Pettis JS, Kochansky P. and Shimanuki H. A gel formulation of formic acid for the control of parasitic mites of honey bee Am. Bee. J, 1997, 137: 661-663.
36. Underwood RM, Currie R. The Effects of temperature and dose of formic acid on treatments efficacy against *Varroa destructor* (Acari: Varroidae), a parasite of *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae). Exp. Appl. Acarol, 2003, 29:303-313.
37. Charrierre JD e Imdorf A. Oxalic acid treatment by trickling against *Varroa destructor*: recommendations for use in central Europe and under temperate climate conditions. Bee world, 2002, 83(2): 51-60.
38. Imdorf A, Charrierre JD. Alternative strategy in central Europe for the control of *Varroa destructor* in honey bee colonies. Apiacta, 2003, 38 (3), 111-174.
39. Gregorc A, Planinc I. Acaricidal effect of oxalic acid in honeybee (*Apis mellifera*) colonies. Apidologie, 2001, 32: 333-340.

40. Gregorc A, Planinc I. The control of *Varroa destructor* using oxalic acid. Vet J., 2002, 163: 306-310.
41. Sheppard SW, Gardner M, Hasher S, Kahkonen B, Meixner DM, Strange PJ. Use of sucrose octanoate esters to control the parasitic honey bee mite *Varroa destructor*. Am. Bee. J, 2003, 982-985.
42. Melathopoulos A. Gates J. Comparison of two thymol based acaricides, ApilifeVAr and Apiguard, Am Bee J, 2003, 143: 489-493.
43. Chiesa F. Effertive control of varroatosis using powdered thymol. Apidologie, 1991, 22: 135-145.
44. Floris I, Satta A, Cabras P, Garau VL, y Angoni A. Comparison between two thymol formulations in the control of *Varroa destructor*. Effectiveness, persistence, and residues. J. Econ. Entomol, 2004, 97: 187-191.
45. Climas y zonas bioclimáticas, recuperado el 6 de abril del 2006
<http://www.todohistoria.comtemasclimasyzonasbioclimaticas2.html>
46. Espinosa-Montaña LG y Guzmán-Novoa E. Determinación de *loci* y de la heredabilidad de características que influyen en la resistencia de las abejas (*Apis mellifera* L.) al crecimiento poblacional del ácaro *Varroa destructor* A. 2005. En prensa.

FIGURAS

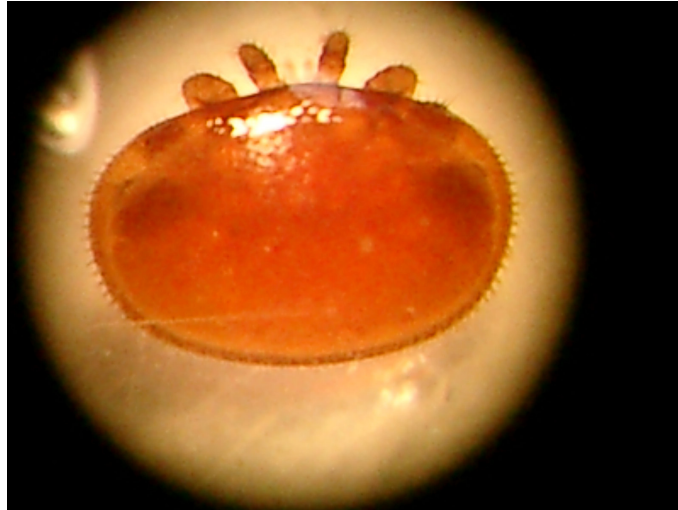


Figura 1. *Varroa destructor*, vista al microscopio 40X



Figura 2. Método físico para el control de varroa a través de bastidor para cría de zánganos



Figura 3. Método químico para el control de varroa mediante tiras impregnadas de Coumafos (flecha)

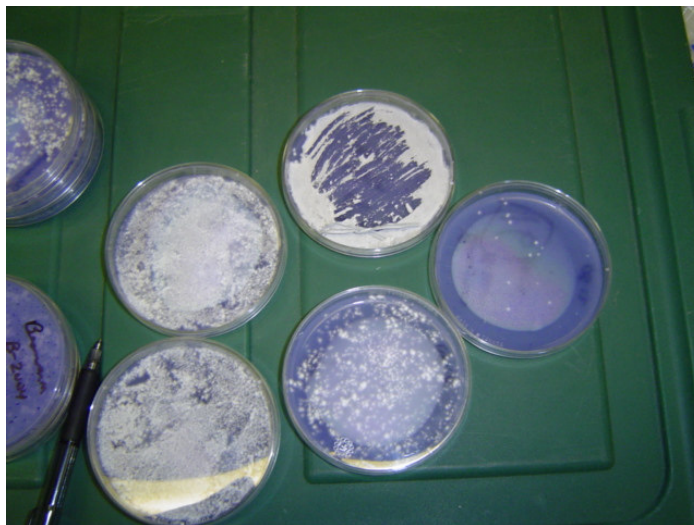


Figura 4. Método de control biológico de varroa por medio de hongos



Figura 5. Método natural para el control de varroa a través de plantas oleosas (tomillo)



Figura 6. Apiario de Eden Mills



Figura 7. Apiario del Centro de Investigación Arkell



Figura 8. Jaulas tipo Benton para la Infestación de la colonia con varroas



Figura 9. Charolas con fólder para la recolección de varroas y realizar su conteo

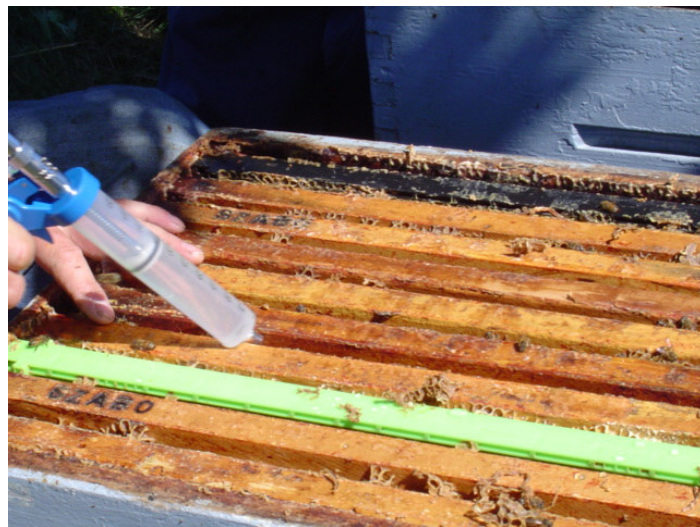


Figura 10. Tratamiento 1. Método de chorreo, Timol mezclado con jarabe de azúcar



Figura 11. Tratamiento 6; Método de bloque de vermiculita. Ácido oxálico diluido en alcohol etílico



Figura 12. Tratamiento 8. Método en polvo en charolas. Ac oxálico y timol en polvo mezclado con azúcar pulverizada



Figura 13. Tiras de Checkmite, para medir la eficacia del tratamiento

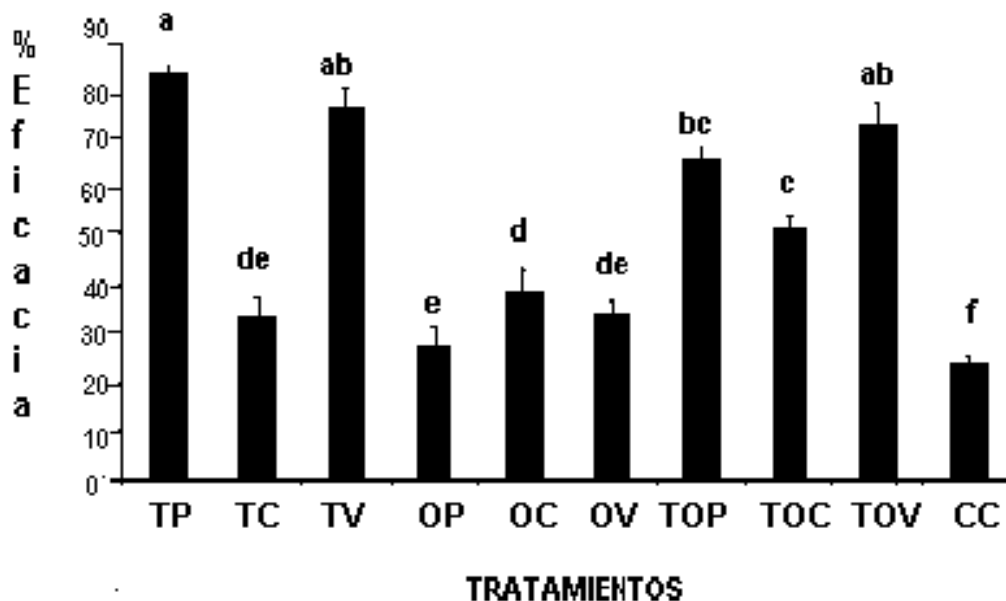


Figura 14. Eficacia promedio ($\% \pm E. E$) de nueve tratamientos, con dos productos, timol (T) y ácido oxálico (O) por medio de tres diferentes métodos de aplicación; 1) en polvo mezclado con azúcar pulverizada (TP, OP, TOP); 2) disuelto en jarabe de azúcar y colocado por chorreo sobre las abejas (TC, OC, TOC) y 3) diluidos etanol al 96° e impregnados en bloques de vermiculita (TV; OV; TOV). A las colonias control (CC) se les administró jarabe de azúcar y azúcar pulverizada y se les colocaron bloques de vermiculita seca. Literales diferentes indican diferencias significativas entre los promedios, con base en un análisis de varianza y en pruebas de Fisher con datos transformados mediante arco-seno. La figura muestra los valores reales sin transformación.

ⁱ Las fotos mostradas en este documento son parte del reporte de investigación del presentador, exceptuando la primera (fotografía del ácaro) la cual fue donada por Alberto García

Cuadro 1: Número promedio de ácaros de *V. destructor* caídos por colonia.

Durante la aplicación de acaricidas durante dos periodos: de 3-4 días entre cada aplicación de timol (T), ácido oxálico (O) y la combinación de ambos productos (TO) para el control de ácaros de varroa con tres diferentes métodos de aplicación:

- 1) en polvo mezclado con azúcar pulverizada (TP,OP, TOP)
 - 2) disuelto en jarabe de azúcar y chorreado sobre las abejas (TC,OC,TOC)
 - 3) diluido- en etanol 96° e impregnado en bloques de vermiculita (TV; OV; TOV)
 - 4) las colonias control a las cuales se les aplico jarabe de azúcar, azúcar pulverizada y se les colocaron bloques de vermiculita secos.
- Los tratamientos fueron aplicados entre el 19 de septiembre (S19) y el 13 de octubre (O13) del 2005.

TX.	No. ácaro S19 ¹	No. ácaro S22 ²	No. ácaro S26 ¹	No. ácaro S29 ²	No. ácaro O3 ¹	No. ácaro O6 ²	No. ácaro O10 ¹	No. ácaro O13 ²	Promedio No. ácaros periodo 1 ³	Promedio No. ácaros periodo 2 ³	P ⁴
TP	187	76.4	244	157	215.3	87.4	137.6	27.3	196*	87 ^{ns}	*
TC	48.6	37.4	49.6	49.1	103.7	42.5	203.3	73.3	101.3 ^{ns}	50.6 ^{ns}	ns
TV	270	106.5	333.6	156.6	201.3	93.1	118.3	34.9	230.8*	97.8 ^{ns}	*
OP	59.6	54.9	57.7	52.9	58.1	62.4	118.3	48.9	73.4 ^{ns}	54.8 ^{ns}	ns
OC	89.6	44.3	88.4	87.3	115.7	56.4	266.1	55.1	140**	60.8 ^{ns}	*
OV	81	60.4	162.3	80.6	142.6	98.7	165.4	66.7	137.8 ^{ns}	76.6 ^{ns}	*
TOP	178.6	90.1	164.1	72.4	115.7	88.1	111	39.7	142.4**	72.6 ^{ns}	*
TOC	88.9	46.3	101.7	104.7	196.3	91.8	325.1	55.3	178*	74.5 ^{ns}	*
TOV	369.9	136.3	429.3	177.6	174.4	90.1	128.4	40.1	275.5*	111*	*
PRO	152.6	72.5	181.2	104.2	147	78.9	174.8	49	163.9*	76.2 ^{ns}	*
CC	59.3	47	58.4	57.3	74.9	89.6	122.1	79.4	78.6	68.3	ns

¹Caída de ácaros durante el periodo 1 (días 1-3 después de cada aplicación del acaricida)

²Caída de ácaros durante el periodo 2 (días 4-7 después de cada aplicación del acaricida)

³Comparación de las colonias tratadas con colonias control. La comparación es válida solo con la misma columna

⁴Comparación entre el periodo 1 y el periodo 2

* P<0.01; ** P<0.05; ns= P no significativa, con base a la prueba de U de Mann-Whitney

n = 7 colonias por tratamiento