



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
MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA
P R E S E N T A
MORA DOMÍNGUEZ NIDIA ELIZABETH

ASESOR: MVZ ADRIANA CORREA BENÍTEZ



MÉXICO, D. F.

Junio, 2006



Universidad Nacional
Autónoma de México



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.

DEDICATORIAS

A mis padres (Joaquín y Gloria) por ayudarme siempre, por la gran educación y el amor incondicional que me han brindado. Gracias Papá por tu gran apoyo y comprensión en mi formación profesional y en ayudarme a lograr la culminación de este trabajo.

A mis hermanas(o) (Carina, Carolina, Corina y José) por ser una parte muy importante en mi vida y por que son lo que más quiero.

A mi gran amor Aarón y Familia, por brindarme siempre su apoyo y formar parte de este momento.

A mis Tías(os) por brindarme su apoyo incondicionalmente y ayudarme a salir adelante.

A mis amigas Luz y Silvia por compartir todos aquellos momentos vividos durante nuestra estancia en Canadá, por su apoyo incondicional y siempre contar con ellas.

A mi gran amigo Víctor por ser una persona muy especial para mi, su gran apoyo durante la carrera.

A Todas aquellas personas que forman parte de mi vida y que directa o indirectamente han contribuido a mi formación profesional.

AGRADECIMIENTOS

A Dios por darme la oportunidad de vivir para lograr mis metas y sueños.

A Mis padres y hermanos por ayudarme en mi formación personal y profesional y ser las personas más importantes en mi vida.

A mi pequeño Aarón por su paciencia y apoyo y ser la persona más importante en mi vida.

Al PhD Ernesto Guzmán Novoa por darme la oportunidad de realizar la estancia en Canadá y su gran apoyo incondicional.

A la MVZ Adriana Correa Benítez por su valiosa amistad y por ayudarnos durante nuestra formación profesional.

A la M en C Angelica G. Gris Valle por su gran amistad y apoyo incondicional.

A la M en C Laura Espinosa Montaña por ser una persona muy especial, por su paciencia, apoyo y conocimiento.

Al M en C. Daniel Prieto Merlos por sus apoyo y conocimientos brindados.

A todos aquellos que forman parte del departamento ACYOA por brindarme su apoyo y amistad.

CONTENIDO

DEDICATORIAS.....	I
AGRADECIMIENTOS.....	II
CONTENIDO.....	III
RESUMEN.....	1
INTRODUCCIÓN.....	2
OBJETIVO GENERAL.....	3
1. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la UNAM Y Universidad de Guelph, Ontario Canadá.....	3
1.1 Objetivo específico.....	3
1.2 Actividades realizadas.....	3
a) En la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia.....	3
❖ Lineamientos de trabajo, evaluación.....	3
❖ Preparación de materiales necesarios para el viaje y trámites escolares.....	4
b) En la Universidad de Guelph Ontario Canadá.....	4
❖ Lineamientos de trabajo, evaluación.....	4
❖ Introducción a los proyectos de investigación.....	5
❖ Experiencia practica en métodos de manejo de las abejas.....	13
❖ Experiencia practica en técnicas de cosecha y extracción de miel.....	13
❖ Experiencia practica en la cría de abejas reinas.....	15
❖ Visita a varias empresas apícolas altamente tecnificadas.....	15
❖ Consulta de base de datos y artículos en la biblioteca.....	21

❖ Elaboración de borrador de trabajo de investigación.....	22
1.3 Conclusiones.....	23
1.4 Gastos.....	24
 2. Centro de Mejoramiento Genético, Generación y Transferencia de Tecnología Apícola, Municipio de Villa Guerrero, Estado de México.....	 25
2.1 Objetivo específico.....	25
2.2 Actividades realizadas.....	25
❖ Manejo previo a la cosecha.....	25
❖ Manejo en la cosecha.....	26
 2.3 Conclusiones.....	 31
2.4 Gastos.....	32
2.5 Literatura citada.....	33

RESUMEN

La alumna Mora Domínguez Nidia Elizabeth, bajo la supervisión de la M en C Angélica Genoveva Gris Valle y el PhD Ernesto Guzmán Novoa, presenta el siguiente informe de trabajo en donde describe las principales actividades realizadas durante el Trabajo Profesional (TP) en el área de producción apícola, en la introducción a los manejos básicos de producción apícola, en la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, UNAM; Universidad de Guelph, Ontario Canadá y en el Centro de Mejoramiento Genético, Generación y Transferencia de Tecnología Apícola, perteneciente al Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) en el municipio de Villa Guerrero, Estado de México. En cada estancia el objetivo fue adquirir conocimientos teóricos y prácticos para desarrollar habilidades generales relacionadas con la apicultura, permitiendo al pasante tener un panorama más completo del trabajo que realiza un Médico Veterinario Zootecnista en esta actividad.

Durante las estancias se realizaron varias actividades como es la colaboración de diferentes proyectos de investigación, visita a diferentes empresas apícolas altamente tecnificadas, realización y aprendizaje en técnicas de muestreo, observación en técnicas de cultivo para hongos; cosecha, extracción, envasado y etiquetado de miel, y estudio recapitulativo de controles biológicos para el control de *Varroa destructor*.

INTRODUCCIÓN

El Trabajo Profesional (TP) es una modalidad de titulación en la carrera de Médico Veterinario Zootecnista, impartida por la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia (FMVZ) de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Esta práctica consiste en clases teóricas-prácticas que son supervisadas por el personal académico especializado, donde el pasante podrá aplicar los conocimientos y habilidades adquiridos en la teoría, teniendo así las herramientas necesarias para poderse enfrentar al campo de trabajo en el área de producción apícola.

Durante el transcurso del TP se llevaron estancias en diferentes lugares:

- ❖ Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la UNAM y Universidad de Guelph, Ontario Canadá.
- ❖ Centro de Mejoramiento Genético, Generación y Transferencia de Tecnología Apícola, perteneciente al Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) en el municipio de Villa Guerrero, Estado de México.

Durante la estancia en estos lugares se desarrollaron diferentes actividades entre las cuales destacan: manejo de las colmenas, cosecha, participación en diferentes proyectos de investigación, cursos sobre el manejo apícola, visita a un congreso, visita a diferentes apicultores.

OBJETIVO GENERAL.

El objetivo de las estancias realizadas durante la TP es desarrollar las habilidades prácticas del alumno en las diferentes áreas de la producción apícola así como, para enseñar y fomentar en él, su desarrollo profesional y ético como Médico Veterinario Zootecnista dentro de la actividad apícola.

ESTANCIAS REALIZADAS

1. FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA, UNAM Y UNIVERSIDAD DE GUELPH, ONTARIO CANADA.

Responsables de la estancia: PhD Ernesto Guzmán Novoa, MVZ Adriana Correa Benítez, M en C Daniel Prieto Merlos y M en C Angélica G. Gris Valle.

1.1. Objetivo específico

El alumno reafirmará conocimientos adquiridos durante la carrera y preparará materiales para realizar el viaje a la Universidad de Guelph, Ontario Canadá.

1.2. Actividades realizadas

a) En la facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, UNAM

❖ Lineamientos de trabajo, evaluación

Calendarización y planeación de las actividades que se realizarán durante el TP, así como una breve explicación de la forma de evaluar a los alumnos.

❖ **Preparación de materiales necesarios para el viaje y trámites escolares.**

Consistió en realizar todos los trámites pertinentes para poder viajar a la Universidad de Guelph, como pasaporte y hoja de aceptación; así como el equipo necesario y los medicamentos a llevar para poder desarrollar las diferentes actividades. El material necesario que se utilizó fue equipo de protección completo, consistente en: velo, overol, guantes, ahumador, cuña y antihistamínicos. Los últimos son indispensables ya que en algún momento se podía presentar una emergencia.

b) En la Universidad de Guelph, Ontario Canadá.

❖ **Lineamientos de trabajo, evaluación**

La Universidad de Guelph se encuentra ubicada en el suroeste de la provincia de Ontario, Canadá, aproximadamente a 100 km del centro de Toronto. Con una latitud norte 43°33' y una longitud oeste 80°15'. La temperatura media anual es de 6.5°C, siendo los meses más calurosos de mayo a septiembre con temperaturas de 12.3 hasta 19.7° C y los meses mas fríos de diciembre a febrero, de los cuales llegan a alcanzar temperaturas de -7.6°C. Se estima que en Guelph hay alrededor de 125,872 habitantes.^{1,2,3}

La Universidad cuenta con un laboratorio apícola, en este nos presentaron a los responsables del lugar, dando un recorrido por las instalaciones, se organizaron equipos de trabajo para desempañar las actividades asignadas estableciendo un horario de trabajo de 8:30 a 17:00 h de lunes a viernes y en caso necesario fines de semana. Se nos explico la forma de trabajo y los

diferentes proyectos de investigación en los que trabajaríamos. Posteriormente abrieron una colmena para enseñarnos el manejo que se les da a las abejas lo cual lo realizó el encargado del apiario (Fig 1).

También se nos explico que deberíamos realizar un trabajo recapitulativo en alguna de las áreas de los proyectos de investigación. El trabajo asignado lleva por título “Avances en el control para el Ectoparásito (*Varroa destructor*) que afecta a las abejas melíferas (*Apis mellifera*)” A partir de este momento comenzamos con la revisión bibliográfica en la biblioteca de la Universidad.



Figura 1. Revisión de una colmena

▪ Control de varroa

Este proyecto consistió en crear las condiciones favorables para el desarrollo del ácaro *Varroa destructor*, con la finalidad de infestar las colmenas para posteriormente probar un tratamiento químico a base de Tymol y uno natural por medio del comportamiento higiénico (acicalamiento). Este proyecto se realizó en diferentes tiempos de acuerdo al avance de la floración, (periodo en el cual la población de abejas aumenta).^{4,5,6}

Para poder obtener ácaros de Varroa, fue necesario introducir 20 abejas recién emergidas en 90 cajas "Benton". Posteriormente estas cajas debían ser infestadas con ácaros obtenidos de colmenas con alto grado de infestación realizando el siguiente manejo:

1. Se prepararon las 90 cajas Benton colocándoles en una de las partes laterales Candi, se engrapaban unas mallas para impedir que las abejas salieran y colocábamos un tapón de corcho en la otra parte lateral de la caja (Fig 2).
2. En una cubeta de plástico se colocó una cartulina circular de color amarillo en el fondo, en el interior de la cubeta fue colocado un frasco tapado con pequeñas perforaciones conteniendo algodones impregnados de éter (con la finalidad de anestesiarse a las abejas), posteriormente se colocaba un embudo de metal del diámetro de la cubeta con una malla metálica en el interior, para que al ser sacudidos los bastidores de cámara de cría (3) cayeran los ácaros al fondo de la cubeta y las abejas en el embudo pudiendo así regresar a la colmena.

3. Al terminó de cada muestra se contaban las varroas y se introducían tres ácaros por abeja en las cajas Benton mediante un pincel. Posteriormente dichas abejas serían utilizadas para realizar infestaciones en otras colonias.
4. También se colocaron bastidores de plástico de color verde cuyas hojas tenían simuladas celdas de zángano en las colmenas experimentales, con la finalidad de que dichos bastidores fueran utilizados por las abejas para construir celdas de zángano, esto debido a la preferencia de las hembras de varroa por parasitar cría de zángano. Lo anterior fue remplazando un bastidor con poca reserva de alimento por un bastidor para cría de zángano. Se revisa si hay reina y /o huevos, al terminar se marcaba la tapa de la caja con fecha y dichos datos.
5. Se prepararon folders con manteca vegetal para colocarlos en el piso de otras colmenas, con la finalidad de que al recolectarlos se contaran el número de varroas que caían al piso de la colmena por acción del acicalamiento de las abejas, los folders se recolectaron 8 días después de su colocación, y se llevaron al laboratorio para contar el número de varroas.



Figura 2. Preparación de cajas Benton

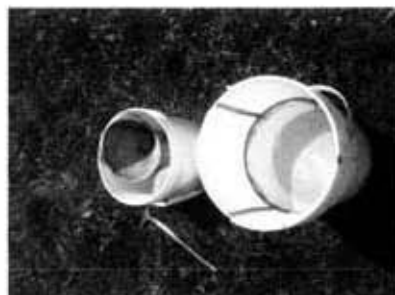


Figura. 3 Trampa para capturar varroas

▪ Colaboración en el proyecto Bayer

Este proyecto fue patrocinado por Bayer® para evaluar el grado de toxicidad hacia los insectos principalmente a los polinizadores, acerca de un plaguicida que estimula el crecimiento de las plantas.

El proyecto consistió en marcar 1,400 abejas recién emergidas con etiquetas circulares de colores con su respectivo numero (1 al 50), dichos números eran colocados en la parte dorsal del el tórax de las abejas. Los colores manejados fueron: azul, naranja, blanco, verde y amarillo (Fig 4).



Figura 4. Marcaje de abejas recién emergidas

Una vez que las abejas fueron marcadas, se introdujeron 50 abejas (10 de cada color) de diferentes números en cada una de las 28 colmenas experimentales, las cuales se encontraban repartidas en 7 apiarios con 4 colmenas cada uno.

Las revisiones se realizaron cada tres días, (pero solo participamos en una revisión), en dicho monitoreo se abrió la colmena para localizar a la reina y evitar lastimarla o matarla, esto se hizo en cámara de cría y alza; después fueron identificadas las abejas contenidas en cada colonia y se registraban, anotando el número y color de las abejas. Esto se realizó para determinar el porcentaje de mortalidad del producto y con ello el grado de aceptación.

- **Colaboración en el proyecto de producción de miel en colmenas que remplazaron a su reina comparándolas con introducción de celdas reales.**

El objetivo de este proyecto fue comparar la producción de miel entre una reina introducida en la celda real y una criada por las abejas obreras de manera natural. Se cooperó en el pesaje de alzas de dichas colmenas para posteriormente sacar el promedio de producción. Primero eran pesadas las alzas vacías y después las alzas con miel, llevando registros de la producción obtenida por colmena.

- **Colaboración con el grupo de transferencia y tecnología.**

Se apoyo en la realización de tres pruebas y una técnica de muestreo para el diagnostico del ácaro *Varroa destructor*, el proyecto consistió en tomar muestras de alza y cámara de cría del apiario dedicado a la producción de miel orgánica llamado "Willoubee" el cual cuenta con 15 colmenas.

En primera instancia se localizo a la reina y fue colocada en una caja atrapa-reina para no ser lastimada en la prueba.

Las técnicas para diagnostico de varroa se describen a continuación:

1. Se tomaron de dos a tres bastidores de cámara de cría sacudiéndolos en una charola, con ayuda de una cuchara medidora de cocina (Fig 5), fue tomada una muestra de 50 abejas aproximadamente depositándolas en un frasco de vidrio (Fig. 6), se agregó éter en spray sobre las abejas agitando el frasco por un minuto, y rodándolo. Si se observábamos varroas pegadas al frasco estas eran contadas anotándolas en una hoja de registro, de lo contrario se eliminaban las abejas.



Figura 5. Cuchara medidora



Figura 6. Recolección de una muestra de abejas

2. Para la segunda prueba también fueron colectadas abejas en un frasco de la forma antes descrita pero en esta ocasión fueron cubiertas con azúcar glass (Fig. 7), la muestra fue agitada por 1min, depositando las abejas posteriormente en un lugar plano para contar las varroas y anotarlas en la hoja de registro (Fig. 8).



Figura 7. Frasco con abejas y azúcar glass para el diagnóstico de varroosis



Figura 8. Abejas cubiertas con azúcar glass para el conteo de ácaros

3. En la última prueba se tomaron bastidores con cría de obrera y zángano para posteriormente desopercular 100 celdas de cada uno revisando la ausencia o presencia de varroas (Fig. 9 y 10), así mismo fue realizado el conteo de ácaros encontrados por pupa desoperculada, encontrándose que la cría de zánganos tenía porcentaje de celdas con varroa.



Figura 9. Revisión de la cría de zángano

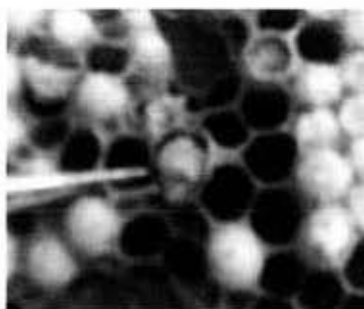


Figura 10. Desoperculado de pupas para la determinación del porcentaje de infestación.

El muestreo para diagnóstico en el laboratorio consistió en la recolección de 50 abejas de la forma descrita para la primera y segunda prueba, solamente que estas eran colocadas en un frasco y posteriormente se le vaciaba alcohol al 70% (Fig. 11).



Figura 11. Frasco con alcohol y abejas

❖ **Experiencia práctica en técnicas de cosecha y extracción de miel**

El manejo de las colmenas es realizado únicamente de marzo a septiembre, teniendo solo una cosecha, ya que los meses antes mencionados son de clima caluroso propicio para manejo apícola.

Al comienzo de esta estancia fueron colocadas alzas en los 5 apiarios pertenecientes a la Universidad, para que al mes siguiente pudieran ser retiradas, ya que en Canadá la mayoría de los productores cuentan con un sistema de cosecha, extracción y desoperculado altamente tecnificado en comparación con México.

El retiro de alzas (cosecha), se lleva a cabo con ayuda de una grúa, (cuya carga máxima es de 7 alzas), una vez retiradas son transportadas a la sala de extracción donde el procedimiento de desoperculado y extracción es automatizado.

- El bastidor es colocado en la maquina desoperculadora y con ayuda de una manivela va girando quedando de esta forma en contacto con las cuchillas que desoperculan (Fig. 12).
- Una vez desoperculado van formando una hilera (Fig. 13), para posteriormente pasarlos al extractor el cual es de tipo tangencial
- Una vez extraída la miel pasa por un bote almacenador que también sirve para el envasado de la miel. Los envases pueden ser de vidrio con capacidad de 1 litro o bien tambos con capacidad de 320 Kg, los cuales deben estar limpios y ser pesados previamente.



Figura 12. Desoperculador eléctrico



Figura 13. Tina donde caen los bastidores después de pasar por la maquina de desoperculado

❖ Experiencia práctica en la cría de abejas reinas

Se visitó un criadero de reinas, ubicado en una Isla llamada “Thorah”, lo que se realizó fue remplazar a las reinas de 40 colonias. El procedimiento consistió en buscar a la reina y colectarla, substituyéndola por una celda real obtenida de una colmena progenitora (Fig. 14 y 15)

El método utilizado en este criadero es el “Dolittle”, en el cual se obtuvieron 45 reinas, la finalidad del proyecto fue asegurar la genética de las colonias debido a que las reinas solo se podrán aparear con zánganos de ese lugar.



Figura 14. Celdas reales



Figura 15. Introducción de una celda a un núcleo baby

❖ Visita a varias empresas apícolas altamente tecnificadas

▪ “Ben Hoogan”

En este lugar se nos explicó el funcionamiento de una maquina altamente tecnificada para la extracción de miel, (siendo la misma que en el laboratorio de abejas), también se nos explicó el proceso de extracción del jarabe de maple, en el cual se realiza una perforación en medio del árbol haciendo pasar una manguera (Fig. 16), para que por medio de presión se obtenga la savia la cual cae en cubetas, después es llevada a un horno donde es procesada y envasada (Fig. 17 Para obtener un litro de maple debemos procesar 40 litros de savia.



Figura 16. Obtención del maple



Figura 17. Maple envasado

▪ Fabrica productora de ácido fórmico

Fue observado el proceso de elaboración de placas impregnadas de ácido fórmico para el control de varroa (Fig. 18), en donde se mencionó que antes se administraban en tiras fumígenas, espolvoreo, evaporación o asperjado, utilizando piretroides como la flumetrina y el fluvalinato, sin embargo, la utilización inadecuada ha dado lugar a un menor efecto y la resistencia de los

ácaros a los componentes. Aunque en Canadá el uso de ácido fórmico se encuentra ampliamente legalizado. ⁴



Figura 18. Fábrica donde elaboran el ácido fórmico

- **Visita con el Dr. Tibor I. Szabo**

Se recorrieron las instalaciones de extracción y almacenaje de equipo, donde tienen almacenadas las cubiertas para alzas que se utilizan durante la época de invierno, conociendo también las colmenas tipo Langstroth (Fig. 19), y recorriendo el jardín donde se pudieron observar diferentes plantas altamente néctar-poliníferas de Canadá, principalmente de Guelph. ¹

Algunas de ellas son: Anís azul (*Agastache foeniculum*) (Fig. 20), Anís blanco (*Agastache foeniculum*), Flor de globo azul (*Echinops rito*), Planta de miel Chapman (*Echinops sphaerocephalus*), Chevirico (*Leonurus sibiricus*), Planta de miel Dorada (*Verbesina alternifolia*), Orégano (*Origanum vulgare hirtum*), Lavanda (*Lavandula angustifolia*).



Figura 19. Colmenas tipo Langstroth



Figura 20. *Agastache foeniculum* una de las plantas néctar poliníferas de Guelph

▪ Visita a la fabrica de Vinos

Esta visita fue a un apicultor que se dedica tanto a producir miel (Fig. 21), como vinos de diferentes sabores (Fig. 22). Produce alrededor de 40,000 litros



Figura 21. Extractor de miel tecnificada



Figura 22. Vinos de miel

▪ Curso de manejo apícola y “Congreso Lanark”

Se participó como asistente en un curso Teórico-Practico impartido por el grupo de transferencia y tecnología en Guelph.

En este curso se habló acerca de la biología y anatomía de las tres castas de abejas (reina, obrera y zángano), así como el calendario de actividades apícolas, las enfermedades que afectan a las abejas adultas y a la cría, métodos de prevención, control y tratamiento; también se habló de los métodos de monitoreo para el control de varroa. Por ultimo se prosiguió a la parte práctica, la cual consistió en como abrir una colmena, tomar a la reina y marcarla.

En el Congreso de apicultores de Lanark (Fig. 23) se vieron temas como:

- Importación de abejas rusas
- La apicultura en Manitoba
- Manejo contra ambiente contra genética: para el control de Varroosis impartida por el PhD Ernesto Guzmán (Fig. 24)



Figura 23. Congreso apícola en Lanark



Figura 24. Ponencia del PhD

Ernesto Guzmán Novoa

☆ **Construcción de alzas**

Otra actividad que se realiza al final del verano es la de construcción de las partes de una colmena como son pisos, techos, alzas y cámaras de cría entre otros. En este caso se participó en la construcción de 200 alzas, que se realiza en la siguiente forma:

- 1- Las piezas (4) de las alzas se compran ya cortadas, listas para ser armadas
- 2- Se ensamblan las 4 piezas, con unas pinzas para presionar hacemos presión para que quede fijas y se colocan clavos en las orillas inferiores de la parte frontal y trasera del alza
- 3- Con una engrapadora a presión se colocan 12 grapas para reforzar la unión que ya hemos hecho
- 4- Terminada de armar el alza, se coloca un separador de bastidores con ayuda de una pistola de grapas (Fig. 25)
- 5- Al final de éste proceso se pintaron todas las alzas (Fig. 26, 27 y 28)
- 6- Una vez secas se les colocó unas tiras gruesas de madera a los costados del alza con la finalidad de ayudar a cargar las alzas de una manera más cómoda



Figura 25. Elaboración de alzas



Figura 26. Pintado de alzas



Fig. 27 Alzas terminadas



Figura 28. Separación de alzas

❖ Consulta de base de datos y artículos en biblioteca

La Universidad de Guelph cuenta con una biblioteca que provee journals electrónicos, índices de libros en bases de datos, abstracts y sitios web para ampliar búsquedas, con ayuda de un total de 400 computadoras.

Esta biblioteca forma parte de un sistema de información compartida con la Universidad de Waterloo y Wilfrid Laurier con la cual fue posible tener acceso a un total de 7.5 millones de títulos, mediante el sistema automatizado llamado TRELLIS, este sistema provee de un programa integrado de las tres universidades.

Se realizó una búsqueda de artículos para los diferentes proyectos de investigación y para cada uno de los temas asignados para la TP.

- Polinización
- Usos terapéuticos de los subproductos de la colmena
- Control biológico de varroa
- Conservación de semen de zángano
- El escarabajo pequeño de la colmena



Figura 29 Biblioteca de la Universidad de Guelph, Ontario, Canadá



Figura 30. Universidad de Guelph, Ontario, Canadá

❖ **Elaboración de un borrador del trabajo de investigación**

Se realizó el borrador del trabajo de investigación y fue revisado previamente por el PhD Ernesto Guzmán Novoa. Dicho trabajo se concluirá durante el resto del TP.

1.3. Conclusiones

Gracias a esta estancia pudimos adquirir nuevos conocimientos, así como conocer el manejo que se le da a las abejas europeas, el poder trabajar con gente especializada en abejas e interactuar con ellas, al igual el poder visitar a diferentes apicultores que tienen una forma más tecnificada de cosechar, extraer la miel y el producir vino de miel, la elaboración del maple y diversas artesanías elaboradas con cera de abeja.

2. CENTRO DE MEJORAMIENTO GENÉTICO, GENERACIÓN Y TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA APÍCOLA, MUNICIPIO DE VILLA GUERRERO, ESTADO DE MÉXICO.

Responsable: PhD. Miguel E. Arechavaleta Velasco.

Colaborador: MVZ. Carlos Alberto Robles.

2.1. Objetivos específicos

Aprenderá los manejos previos a la cosecha, así como durante esta.

2.2. Actividades realizadas

❖ Manejo previo a la cosecha

Para poder tener una alta producción de miel durante la cosecha, se deben realizar los manejos necesarios un mes antes de la floración, los cuales consisten en darles alimentación artificial a las abejas, cambiar a la reina, medicar, controlar pillaje, enjambrazón, etc.; todo esto con la finalidad que la reina aumente la población de abejas en la colonia, y al llegar a la floración la colonia este fuerte y lista para el pecoreo.

Para lograr esto, tres meses antes de nuestra llegada fueron colocados alimentadores en el interior de la colmena; retirándolos 15 días antes de iniciar la cosecha (Fig. 31), y substituyendo el espacio por bastidores trabajados (panal construido), con el fin de no permitir que las abejas elaboren falsos panales y brindarles un mayor lugar para el almacenamiento de miel. Este manejo fue realizado en 454 colmenas distribuidas en los 22 apiarios con los que cuenta el centro; que se encuentran ubicados en los municipios de Villa

Guerrero, Ixtapan de la Sal, Tonalico y Coatepec de Harinas, en el Edo de México.



Figura 31. Retiro de alimentadores de las colmenas

❖ Manejo en la cosecha

Con la finalidad de realizar el procedimiento que se lleva a cabo para la obtención de miel realizamos lo siguiente. Quince días después de iniciada la floración comenzaron los manejos para la obtención de miel los cuales fueron: cosecha, desoperculado, extracción, filtración, sedimentación y envasado. Durante la cosecha fueron revisados los bastidores que tuviesen miel operculada en un 80% para poder ser retirados de las colmenas.^{7,8}

Los primeros dos cortes ya habían sido cosechados cuando llegamos a la estancia La cosecha consistió en revisar que los bastidores de las alzas tuviesen un 80% o más de operculación. El procedimiento utilizado durante la cosecha inicio rociando en la parte interna de las tapas negras esencia de almendras, la cual al evaporarse por calentamiento con el sol, funciona como repelente para las abejas (Fig. 32).



Figura 32. Colocación de la esencia de almendras sobre la tapa negra.



Figura 33. Tapa negra sobre una alza que será cosechada

Posteriormente retiramos el techo externo e interno para revisar la operculación de los bastidores, si los bastidores se encontraban operculados era colocada la

tapa negra sobre el alza a cosechar (Fig 33). Después de haber transcurrido cinco minutos las abejas que se encontraban en el alza bajaron a la cámara de cría; dejando libre el alza de abejas. En ese momento el alza fue retirada de la colmena y colocada sobre charolas salvamiel, que se encontraban en el piso de la parte posterior de la camioneta. Después se colocaban alzas vacías a dicha colmena para que las abejas almacenaran nuevamente néctar (Fig. 34).

7,8

Durante el proceso de cosecha fueron llevados registros, los cuales indican la fecha de corte, el número de la colmena y panales cosechados. Estos datos se usaron para obtener la productividad de la colonia, la evaluación productiva de la zona y poder definir con esto cuáles eran los apiarios y colmenas más productivas para la realización de una buena selección de colonias.

La miel cosechada se trasladó a una bodega ubicada en el municipio de Coatepec de Harinas, la cual cuenta con un cuarto de desoperculado, extracción, filtrado, sedimentación y envasado de la miel. Las alzas fueron bajadas del vehículo y colocadas en la bodega sobre charolas salvamiel, para iniciar el proceso de desoperculado.



Figura 34. Subiendo al vehículo las alzas que serán sustituidas a las colmenas



Figura 35. Desoperculado de un bastidor con un cuchillo eléctrico

La tapa de cera que recubre las celdillas de miel fue retirada mediante un cuchillo desoperculador eléctrico (Fig. 35), realizándose esta actividad sobre una parrilla que funciona con calor, donde la cera se funde para poder separarla de la miel.

Una vez que los panales fueron desoperculados, se colocaron en un extractor de tipo radial eléctrico con capacidad para 48 bastidores (seis alzas), este extractor funciona como una maquina centrífuga provocando que la miel encontrada en el interior de las celdas saliera hacia las paredes del extractor, acumulándose en el fondo (Fig. 36); posteriormente fue sacada por un orificio encontrado en la parte inferior por medio de una llave de guillotina y colocada en cubetas para poder verter la miel en un filtro (Fig. 37).



Figura 36. Extractor radial de miel en funcionamiento

Para filtrar la miel fue necesario contar con una malla metálica, con la finalidad de dejarla libre de impurezas (Fig. 38), esta era colocada sobre un tambo, el cual en el fondo contaba con una llave de guillotina para poder extraer la miel, que después sería depositada en tambos.



Figura 37. Vaciando la miel del extractor a una cubeta



Figura 38. Vaciando la miel en el tanque de sedimentación haciéndola pasar por un filtro

Durante un día se deja sedimentar la miel en el tambo antes mencionado, con la finalidad de separar la cera, impurezas y burbujas de aire para poder ser envasada.

La miel fue depositada en tambos con capacidad de 330 kg aproximadamente (Fig. 39).



Figura 39. Vaciando la miel sedimentada en tambos para almacenarla

2.3. CONCLUSIONES

En esta estancia nos permitieron practicar el manejo básico aprendido en la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, adquiriendo nuevas habilidades y conocimientos que podrían ser de utilidad en un futuro.

Fue una excelente oportunidad el poder trabajar en el proceso para la obtención de miel, ya que para hacer esto es necesario tener mucha practica y conocimientos útiles que nos permitan incrementar la producción.

BIBLIOGRAFÍA

1. Canadian Honey Council URL. Disponible en:
<http://www.honeycouncil.ca/users/folder.asp>
2. Honey production for Ontario URL Disponible en:
<http://www.ornafra.gov.on.ca/english/stats/hort/honey.html>
3. Weather data for the bee lab URL Disponible en:
http://climate.weatheroffice.ec.gc.ca/climate_normals/results_e.html?Province=ONT%20&StationName=&SearchType=&LocateBy=Province&Proximity=25&ProximityFrom=City&StationNumber=&IDType=MSC&CityName=&ParkName=&LatitudeDegrees=&LatitudeMinutes=&LongitudeDegrees=&LongitudMinutes=&NormalsClass=A&SelNormals=6StnId=4772&
4. Curso de capacitación sobre el control alternativo de varroa en apicultura Junio 1999. (Citado 2006). Disponible: URL:
<http://www.uady.mx/sitios/abejas/sitios/curso>
5. De Felipe H, Guzmán C, Vandame R. Control alternativo de varroa con ácidos orgánicos y timol: investigación y capacitación en el estado de Veracruz. Memorias del XIII Seminario Americano de Apicultura; 1999 agosto 26-28; Morelia (Michoacán) México. México (DF): Asociación Nacional de Médicos Veterinarios Especialistas en Abejas 1999.
6. Espinosa MLG, Guzmán-Novoa E, Sánchez AA, Leyva MN, Uribe RJ, Prieto MD. Determinación de la confiabilidad de un método directo para diferenciar el comportamiento de acicalamiento entre abejas de diferente genotipo. Memorias del 11º Congreso de Actualización Apícola; 2004; Monterrey (Nuevo León) México. México (DF): Asociación de Médicos Veterinarios Especialistas en Abejas, 2004;79-86
7. Manual de Apicultura Básica. SAGARPA, editada por PNCAA, julio 2001.
8. Root A. El ABC y XYZ de la apicultura. 3rd ed. Argentina: Hemisferio sur, 1990.



Universidad Nacional Autónoma de México

Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia

TRABAJO FINAL DEL TRABAJO PROFESIONAL EN LA MODALIDAD DE PRODUCCIÓN APÍCOLA

AVANCES EN EL CONTROL DEL ECTOPARÁSITO *Varroa destructor* QUE AFECTA A LAS ABEJAS (*Apis mellifera* L).

PARA OBTENER EL TÍTULO DE
MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA
P R E S E N T A
MORA DOMÍNGUEZ NIDIA ELIZABETH

ASESOR: PHD ERNESTO GUZMÁN NOVOA
M EN C ANGELICA G GRIS VALLE
MVZ ADRIANA CORREA BENÍTEZ



MÉXICO, D. F.

Junio, 2006

DEDICATORIAS

A mis padres (Joaquín y Gloria) por ayudarme siempre, por la gran educación y el amor incondicional que me han brindado. Gracias Papá por tu gran apoyo y comprensión en mi formación profesional y en ayudarme a lograr la culminación de este trabajo.

A mis hermanas(o) (Carina, Carolina, Corina y José) por ser una parte muy importante en mi vida y por que son lo que más quiero.

A mi gran amor Aarón y Familia, por brindarme siempre su apoyo y formar parte de este momento.

A mis Tías(os) por brindarme su apoyo incondicionalmente y ayudarme a salir adelante.

A mis amigas Luz y Silvia por compartir todos aquellos momentos vividos durante nuestra estancia en Canadá, por su apoyo incondicional y siempre contar con ellas.

A mi gran amigo Víctor por ser una persona muy especial para mi, su gran apoyo durante la carrera.

A Todas aquellas personas que forman parte de mi vida y que directa o indirectamente han contribuido a mi formación profesional.

AGRADECIMIENTOS

A Dios por darme la oportunidad de vivir para lograr mis metas y sueños.

A Mis padres y hermanos por ayudarme en mi formación personal y profesional y ser las personas más importantes en mi vida.

A mi pequeño Aarón por su paciencia y apoyo y ser la persona más importante en mi vida.

Al PhD Ernesto Guzmán Novoa por darme la oportunidad de realizar la estancia en Canadá y su gran apoyo incondicional.

A la MVZ Adriana Correa Benítez por su valiosa amistad y por ayudarnos durante nuestra formación profesional.

A la M en C Angelica G. Gris Valle por su gran amistad y apoyo incondicional.

A la M en C Laura Espinosa Montaña por ser una persona muy especial, por su paciencia, apoyo y conocimiento.

Al M en C. Daniel Prieto Merlos por sus apoyo y conocimientos brindados.

A todos aquellos que forman parte del departamento ACYOA por brindarme su apoyo y amistad.

CONTENIDO

Dedicatorias.....	I
Agradecimientos.....	II
Contenido.....	III
Lista de cuadros.....	IV
Lista de figuras.....	V
Resumen.....	1
1. Introducción.....	2
1.1 Antecedentes.....	3
1.2 Problemática de la Varroosis.....	4
1.3 Biología de varroa.....	6
1.4 Alternativas de control para <i>Varroa destructor</i>	8
2. Avances en el control de <i>Varroa destructor</i>.....	10
2.1 Mejoramiento genético.....	11
2.2 Biológicos.....	16
3. Conclusiones.....	34
4. Literatura citada.....	35

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1. Acaricidas químicos autorizadas.

Cuadro 2. Acaricidas orgánicos autorizados.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Características microscópicas y macroscópicas de *Beauveria bassiana*.

Figura 2. Características microscópicas y macroscópicas de *Verticilium lecanii*.

Figura 3. Características microscópicas y macroscópicas de *Paecilomyces fumosoroseus*.

RESUMEN

MORA DOMÍNGUEZ NIDIA ELIZABETH. Avances en el control del ectoparásito *Varroa destructor*, que afecta a las abejas melíferas (*Apis mellífera* L). Bajo la supervisión del PhD Ernesto Guzmán Novoa, M en C Angelica G. Gris Valle y MVZ Adriana Correa Benítez.

La varroosis es una parasitosis externa causada por el ácaro *Varroa destructor* que afecta a las abejas *Apis mellífera*, siendo uno de los problemas más graves en la apicultura en México. El objetivo de este trabajo fue mostrar la efectividad que tienen los hongos entomopatógenos para el control del ectoparásito *Varroa destructor*. Se han desarrollado varios métodos de control químicos aunque éstos son controversiales, tienen serios inconvenientes como dejar residuos tóxicos en miel y cera, además que los ácaros con el tiempo desarrollan resistencia; por otra parte están los métodos naturales que son económicos pero no pueden compararse en rapidez y facilidad de aplicación con los químicos, no alcanzan a éstos en eficacia y sus resultados son variables. Los métodos genéticos requieren de mucho tiempo para obtener líneas resistentes a varroa y los biológicos como los virus, rickettsias y bacterias aún no se conoce su patogenicidad, siendo hasta ahora los hongos los más estudiados, entre estos destacan el *Metarhizium anisoplae*, *Hirsutella thompsonii*, *Beauveria bassiana*, *Verticilium lecanii* y *Paecilomyces Fumoso roseus*, en pruebas de laboratorio, teniendo una efectividad de ácaros muertos del 99%.

Palabras clave: *Apis mellífera*, *Varroa destructor*, Hongos entomopatógenos, *Metarhizium anisoplae*, *Hirsutella thompsonii*, *Beauveria bassiana*, *Verticilium lecanii* y *Paecilomyces Fumoso roseus*.

SUMMARY

MORA DOMÍNGUEZ NIDIA ELIZABETH. Advances in the control of the ectoparasitic mite *Varroa destructor* that affects honeybees (*Apis mellifera* L). Under the supervision of the PhD Ernesto Guzmán Novoa, M in C Angelica G. Gris Valle and MVZ Adriana Correa Benítez.

The varroosis is the parasitism caused by the external mite *Varroa destructor* that affects *Apis mellifera*, and is one of the most serious problems in the beekeeping in Mexico. The objective of this work was to show the effectiveness of entomopathogenic fungus for the control of *Varroa destructor*. Several chemical control methods have been developed, although these are controversial. They have serious disadvantages because most of them leave toxic residuals in honey and wax and also the mites can develop resistance. Although natural control methods are economic, they cannot be compared in speed and simplicity with chemicals miticides, they don't reach them in effectiveness and their results are variable. The genetic methods require a lot of time to obtain resistant lines to varroa and the biological ones just as virus, rickettsias and bacteria, their pathogenicity against varroa is still not known. Instead fungus are the most studied, among these are *Metarhizium anisoplae*, *Hirsutella thompsonii*, *Beauveria bassiana*, *Verticillium lecanii* and *Paecilomyces Fumoso roseus*, in laboratory tests, having an effectiveness around 99% in mite mortality.

Words key: *Apis mellifera*, *Varroa destructor*, fungus entomopathogens, *Metarhizium anisoplae*, *Hirsutella thompsonii*, *Beauveria bassiana*, *Verticillium lecanii* and *Paecilomyces Fumoso roseus*.

AVANCES EN EL CONTROL DEL ECTOPARÁSITO *Varroa destructor*, QUE AFECTA A LAS ABEJAS MELÍFERAS (*Apis mellífera* L).

1. INTRODUCCIÓN

La apicultura es una de las actividades pecuarias más importantes para México, ya que genera divisas por la venta de miel que exporta principalmente a Alemania, esta situación ha permitido que el país obtenga el tercer lugar como exportador mundial.¹ Esta actividad también es importante debido a la función que desempeñan las abejas en la polinización de plantas cultivadas y silvestres. Se calcula que el valor comercial que genera la actividad polinizadora en México es de 2,000 millones de dólares al año; asimismo, esta actividad es fundamental para el desarrollo y reproducción de muchas especies vegetales, lo que contribuye al equilibrio de los ecosistemas.²

En el país existen 1,900,000 colmenas, que son propiedad de 40,000 apicultores, y se estima que 500,000 personas dependen directa e indirectamente de la apicultura.²

México, produce alrededor de 60,000 toneladas de miel anualmente, exportando aproximadamente el 55%.² Además, de la venta de miel se obtienen ingresos adicionales gracias a otros productos de la colmena como son: polen, propóleo, cera, jalea real, veneno, núcleos, paquetes, abejas reinas; así como sus subproductos.

La varroosis es uno de los problemas mas graves al que se enfrenta la apicultura mexicana además de la africanización, la falta de recursos económicos para la investigación y la capacitación de los apicultores. Para minimizar la problemática de varroosis se han utilizado varios tratamientos con diferentes principios activos, entre los que se encuentran: productos químicos y naturales, además se han empleado métodos biológicos y se ha evaluado la importancia de factores genéticos en la resistencia del ácaro. Por lo cual el objetivo de este estudio consistió en la recopilación de información respecto a los diferentes tratamientos que se han utilizado para el control de varroa, así como una evaluación de aquellos potencialmente efectivos para contrarrestar dicha parasitosis.

1. 1. ANTECEDENTES

El primer reporte de varroa fue realizado por Oudemans, quien lo identificó como un parásito no dañino de la abeja asiática *Apis cerana* en 1904 en la Isla de Java. Antes de 1971 no había evidencias de que varroa infestara abejas fuera de Asia, pero debido a importaciones de abejas de ese continente, la enfermedad se extendió rápidamente por toda Europa, África y Sudamérica.³ Fue identificada por primera vez en Estados Unidos de América en 1987 y en México el primer informe del acaro fue en el estado de Veracruz en 1992.⁴

Hasta hace unos años el único estado libre en la republica mexicana era Baja California Sur, sin embargo; actualmente su distribución abarca todo el territorio nacional.⁵ La varroosis es actualmente el problema más serio para la apicultura

en todo el mundo excepto en Australia el cual es el único país libre de varroosis.⁶

1. 2 PROBLEMÁTICA DE LA VARROOSIS

La varroosis es una parasitosis externa de las abejas melíferas, cuyo agente causal es el ácaro *Varroa destructor*,⁷ el cual, afecta tanto a la cría como a la abeja adulta, causando bajas en la población y por lo tanto afectando la producción de miel.

Los daños comienzan con el debilitamiento de las colonias, ya que los ácaros se alimentan de la hemolinfa ocasionando tanto la pérdida de esta en la cría y en las abejas adultas, como una entrada de microorganismos patógenos por las heridas que les infringe al perforar su cuerpo con los quelíceros, lo que ocasiona una disminución de peso en las pupas en desarrollo, mortalidad en la cría y reducción de la longevidad de las abejas obreras y zánganos adultos,^{8, 9,}
¹⁰ los cuales pueden tener un descenso en la producción de espermatozoides.

El mayor daño ocurre en la etapa larval, donde se ha evidenciado que existe predilección por las larvas de zánganos en comparación con larvas de obreras y reinas, las cuales solo son afectadas en caso de infección severa.¹¹ Aunado a lo anterior, las proteínas de la hemolinfa decrecen hasta más del 50% evitando así su utilización en el metabolismo de la pupa. Las abejas adultas son incapaces de volar por la pérdida o malformación de las alas, abdomen y patas.^{9, 11}

Los efectos negativos inician cuando el grado de infestación en abejas adultas es de un 10%. Algunos investigadores han señalado que los ácaros actúan como vectores de bacterias, virus y hongos por lo que se incrementa la incidencia de diversas enfermedades, las cuales eventualmente conllevan a la muerte de la colonia si al término de un año no son tratadas oportunamente contra el parásito y la infestación sobre la colonia es severa (40 y 50 %).^{13, 14, 15,16,11} Por lo tanto, el grado de afectación que la varroosis causa en las colonias depende del grado de infestación de las mismas¹⁷ y del tipo de clima.¹⁸

La distribución e infestación con varroa entre colmenas o bien entre apiarios, se realiza por varios medios: uno de estos son los zánganos, los cuales tienen libertad de entrar a cualquier colmena de distinto apiario,¹⁹ al fenómeno de deriva que se da en abejas que regresan del campo y se introducen en colmenas vecinas,²⁰ al pillaje de alimentos de una colonia a otra, malas prácticas de manejo del apicultor como el introducir cría o abejas adultas de colmenas infestadas a colmenas sanas, la transhumancia que realizan algunos productores y los intercambios internacionales de material biológico sin regularización sanitaria, factor que también ha favorecido la dispersión de la enfermedad alrededor del mundo.²¹

Indudablemente el conjunto de estos daños se ve reflejado en las condiciones de las colonias, ya que se ve mermada la población de abejas y por consiguiente disminuye la producción de miel y otros productos de la colmena.

En México, la varroosis y la africanización de las colonias son dos limitantes importantes para el desarrollo de la apicultura que ponen en riesgo la producción nacional y el mercado internacional, ya que además de afectar la producción de miel y se contamina los productos de la colmena al usar indiscriminadamente productos químicos encaminados a eliminar el ácaro.^{21, 22}

Tan solo en la ex Unión Soviética, Bulgaria y Túnez, este ácaro devastó la producción apícola, mientras que en Brasil esto no ha ocurrido, ya que las abejas africanizadas que dominan en ese país han demostrado poseer mayor resistencia.²³

El impacto negativo del ácaro quedó demostrado por Arechavaleta y Guzmán-Novoa,²⁴ quienes demostraron que la producción de miel en colonias parasitadas que no se medicaron tuvo en promedio 45% menos miel que en las colonias que si recibieron tratamiento.

1. 3 BIOLOGIA DE VARROA

El acaro varroa pertenece al orden de los Acarina, suborden Mesostigmata y familia Varroidae.²⁵ La hembra adulta de *Varroa destructor* mide 1mm de largo por 1.6 de ancho, es de color café rojizo o marrón. El macho es considerablemente más pequeño y de forma esférica, presentando una coloración blanco amarillenta, ligeramente esclerotizada.¹¹

El ciclo biológico de varroa consta de una fase forética y una fase reproductiva.²⁶ La fase forética es considerada como un mecanismo mediante

el cual, el ácaro hembra se disemina utilizando a las abejas adultas como vehículo de transporte. Para mantenerse en esta etapa, la hembra presenta algunas características anatómicas entre las que se destacan la conformación aplanada del idiosoma, que junto con la presencia de cedas ventrales endurecidas y la estructura lobular adherente de los tarsos, brindan un mecanismo para sujetarse y ocultarse entre los esternitos abdominales de la abeja dificultando así su detección y desprendimiento.¹¹ Asimismo, para alimentarse el ácaro perfora las delgadas membranas intersegmentales accediendo a la hemolínfa.²⁷

La fase reproductiva se presenta cuando el ácaro detecta una celda ocupada con una larva a la cual le restan cerca de 20 a 40 horas previas a la operculación de la celda (diversos estudios han demostrado que existe una marcada preferencia por invadir cría de zánganos en comparación con la de las obreras y reinas). Una vez que los ácaros ingresan a las celdas se sumergen inmediatamente en el alimento larval, el cual, al ser consumido por la larva, permite al ácaro posicionarse sobre la prepupa y comienza a alimentarse de su hemolínfa.²⁸ Cerca de 60 a 70 horas después de la operculación, el ácaro deposita un primer huevo que da origen a un macho, y de los siguientes que se depositan a intervalos de 26 a 32 horas, se desarrollan hembras. Los descendientes pasan por los estadios de huevo, larva, protoninfa, deutoninfa y adulto. El desarrollo de una varroa hembra y macho desde la etapa de huevo a adulta tarda alrededor de 124 a 144 horas y de 154 a 162 horas respectivamente.²⁹ El apareamiento ocurre en el interior de las celdas cuando el macho y algunas hembras se encuentran en etapa adulta. La hembra

progenitora y sus descendientes adultas salen de la celda una vez que la abeja emerge como adulta, adoptándola como vehículo de transporte, mientras que el macho y las formas ninfales mueren en el interior de las celdas.^{18,30} El ciclo se reinicia cuando las hembras encuentran las celdas adecuadas para reproducirse.

1.4 ALTERNATIVAS DE CONTROL PARA *Varroa destructor*.

- **PRODUCTOS QUÍMICOS.-** Los tratamientos químicos (acaricidas) usados en las colonias para reducir los daños causados por varroa son muy comunes, y aunque este método permite cierto grado de control de la parasitosis, el uso de dichos productos es controversial, ya que tiene serios inconvenientes como dejar residuos tóxicos en la miel y cera,²¹ además que los ácaros con el tiempo desarrollan resistencia a los productos empleados. Otro inconveniente de los acaricidas es su precio, que impacta negativamente los costos de producción.

Existen varios métodos para el control de la varroasis mediante diferentes productos con distintas formas de acción y elaborados con diferentes principios activos como son:

- ❖ **Amitraz.-** Actualmente se encuentra registrado el COLMESAN - Ahumado. También existe el COLMESAN – Solución (Cuadro 1).
- ❖ **Fluvalinato.-** El nombre comercial del producto elaborado en base a este activo y cuyo uso está autorizado, es el APISTAN (Cuadro 1). También existen preparaciones de forma artesanal no autorizadas y que por ende no deben ser utilizadas.

❖ **Flumetrina.-** Registrado en SENASA bajo el nombre comercial BAYVAROL (Cuadro 1). También se comercializan tablitas de preparación artesanal impregnadas con este activo que no han sido autorizadas y que no deben ser utilizadas.

❖ **Cimiazol.-** El nombre comercial del producto elaborado con este activo y que se encuentra registrado en SENASA es el APITOL (Cuadro 1).

❖ **Bromopropilato.-** FOLBEX, es el nombre comercial del producto formulado con este activo (Cuadro 1).

• **PRODUCTOS NATURALES.-** Con el fin de evitar el uso de acaricidas químicos, se han puesto en marcha alternativas económicas no contaminantes que no crean resistencia, basadas en la aplicación y evaluación de tratamientos a base de productos naturales, entre los que destacan, aceites y ácidos orgánicos, los cuales adicionalmente podrían permitir ingresar al mercado orgánico. Entre los ácidos orgánicos mas utilizados se encuentran el ácido fórmico con una alta efectividad y el timol, seguido por el ácido oxálico ¹⁵ (cuadro 2).

Al aplicar estas sustancias se deben tener en cuenta muchos factores. Ningún producto orgánico puede compararse en rapidez y simplicidad con los químicos. Generalmente no alcanzan a estos en eficacia y sus resultados son variables.

La evaporación (sublimación) de las sustancias orgánicas depende principalmente de dos factores:

1.- La temperatura de la colmena que a su vez está influenciada por la temperatura ambiente.

2.- La naturaleza y dimensiones del dosificador utilizado.

Es importante tomar en cuenta esto, ya que el efecto de los productos naturales, entre ellos el ácido fórmico puede variar debido a estos dos factores y puede ocasionar una mayor tendencia a enjambrar, o puede requerir dosis inferiores, así como épocas de aplicación estrictamente acortadas,³¹ incluso una colmena con poca ventilación puede sufrir una mortalidad de abejas adultas y cría considerable o recambio de reinas. Además de los efectos indeseables, ya mencionados, el ácido fórmico es corrosivo y puede quemar la piel o provocar problemas respiratorios.

2. AVANCES EN EL CONTROL DE *Varroa destructor*

Por todo lo anteriormente mencionado, en la actualidad se han buscado opciones para el control contra la varroosis por medios alternativos como es el mejoramiento genético, los mecanismos de resistencia y susceptibilidad de las colonias; y controles biológicos como son: ricketsias, virus, bacterias y hongos.

En esta tesina se mencionarán las nuevas alternativas para el control del ácaro *Varroa destructor*, de los cuales los más importantes son los controles microbianos con patógenos fungales que prometen suministrar nuevas medidas para el control de este ácaro, ya que por estudios realizados dichos hongos han tenido éxito en otros insectos y pueden ser un útil componente de un programa integral para el manejo de pesticidas no dañinos para la industria de las abejas europeas *Apis mellifera*.

2.1 MEJORAMIENTO GENÉTICO

La abeja *A. cerana* sustenta muchos estudios debido a que es una especie que ha desarrollado varios mecanismos de resistencia hacia el ácaro por el tiempo de convivencia entre ellos, la abeja *A. mellifera* L también presenta algunos de estos pero en menor frecuencia.³²⁻³⁸ Por lo anterior varroa es más patógena para *A. mellifera*, ya que la mayoría de las colonias en climas templados sucumben por la parasitosis.³⁹

Entre los, mecanismos de resistencia que se han evaluado en las poblaciones de *A. cerana* y *A. mellifera*,^{40, 36} sobresalen aquellos relacionados con el comportamiento de acicalamiento, tiempo de operculado de las celdillas, la infectividad de varroa, resistencia y reproducción del ácaro y el comportamiento higiénico. Sin embargo los que parecen ser los más importantes por diversos estudios realizados son el comportamiento de acicalamiento, el higiénico y la reproducción del ácaro.³³

- **Comportamiento de acicalamiento**

Uno de los mecanismos de resistencia que más se han estudiado, es el comportamiento de acicalamiento, el cual es utilizado por vertebrados y artrópodos como una estrategia para remover los ectoparásitos de su cuerpo.^{41,}

⁴² Dicho comportamiento, consiste en que las abejas obreras realizan movimientos vigorosos y se acicalan con sus patas y mandíbulas para liberarse de los ácaros foréticos (autoacicalamiento). Si esta acción no tiene resultado, pueden ejecutar un baile para atraer a otras obreras para que la acicalen y

participen en la remoción del ácaro (alo-acicalamiento). En muchas ocasiones durante este proceso, las abejas causan lesiones a los ácaros con las mandíbulas y los sacan de la colmena.^{32, 33, 35, 36, 43}

Para el estudio del comportamiento de acicalamiento, se han utilizado dos métodos de medición, uno directo y otro indirecto.⁴⁴ El método directo se basa en infestar artificialmente abejas obreras con hembras adultas de varroa. Posterior a la colocación del ácaro sobre el tórax de un determinado número de abejas, se observaron las reacciones a través de una colmena de observación, durante un periodo de tiempo previamente establecido.^{34, 36, 43} Este método se ha utilizado para evaluar el comportamiento de acicalamiento en abejas obreras africanizadas (AA), europeas (EE), híbridas de madre africanizada y padre europeo (AE) e híbridas de madre europea y padre africanizado (EA). Mediante la observación directa de un panal, se midió el tiempo en que las abejas obreras de los cuatro genotipos, iniciaron el comportamiento de acicalamiento después de que se les colocó una varroa en el dorso contando el tiempo en que la abeja reaccionaba acicalándose con el objeto de remover al ácaro. Si la abeja no reaccionaba, la prueba terminaba a los 180s, dando como resultado que las abejas africanizadas y los dos tipos de híbridos, realizaron significativamente más rápido, que las abejas europeas, después de que se les colocó el ácaro sobre el cuerpo.⁴⁵

El método indirecto, se realiza básicamente mediante el conteo y análisis individual de los ácaros que caen en trampas colectoras colocadas en el piso de las colmenas.^{3, 11, 27, 46, 47} Posteriormente los ácaros son clasificados de

acuerdo al tipo de lesiones que presentan, mismas que se atribuyen al acicalamiento de las abejas.⁴⁹⁻⁵²

- **Comportamiento higiénico**

El comportamiento higiénico fue descrito por Rothenbuhler^{53, 54} cuando observó que líneas de abejas resistentes a loque americana (cuyo agente causal es la bacteria *Paenibacillus larvae*), removían la cría muerta. Por otra parte, la cría muerta permanecía en el interior de las celdas de aquellas colonias que eran susceptibles a esta enfermedad. De acuerdo a las diferencias en la capacidad de remoción de la cría se consideró que el comportamiento higiénico de las colonias tenía una base genética. Luego del estudio de este comportamiento se concluyó que estaba controlado por dos pares de genes, uno que expresaba el comportamiento de desopercular y otro de limpieza de celdas. En años recientes se ha tornado evidente que la expresión del comportamiento higiénico es considerablemente mas compleja y depende de otros factores incluyendo el tamaño de la colonia y las proporciones de abejas realizando tareas como la limpieza y el pecoreo.

Este comportamiento ha sido relacionado con la resistencia a las enfermedades de la cría, que permite a las abejas eliminar la fuente de infección del interior de la colmena.⁵³⁻⁵⁵ Además ha sido identificado como uno de los mecanismos de resistencia contra el ácaro *V. destructor*.⁵⁵ Es una característica de conducta expresada por las abejas obreras de una colonia. Las cuales son capaces de detectar, desopercular y remover cría infectada o

muerta con objeto de evitar la diseminación de enfermedades y parásitos en la colmena.⁵⁵

Para evaluar el comportamiento higiénico existen tres técnicas:

Uno de ellos es la congelación de cría operculada de obreras utilizando nitrógeno líquido, de acuerdo a la metodología descrita por Spivak y Reuther.⁵⁶

Consiste en congelar secciones de cría sin tener que cortar los panales, reduciendo el número de visitas al apiario y simplificando la evaluación de las colonias.

La segunda técnica se basa en matar a la cría por congelamiento durante 24 h mediante un congelador casero, para luego determinar el porcentaje de cría congelada que es removido por las abejas de una colonia.⁵⁷

La tercera técnica es la de punción que se basa en matar a la cría operculada con un alfiler entomológico, para después evaluar la remoción de la cría sacrificada.⁵⁸

Los tres métodos miden la capacidad higiénica de las abejas, pero los métodos basados en el congelamiento de la cría tienen mayor capacidad discriminatória del comportamiento higiénico entre colonias, aunque el método de punción es el más barato y práctico.⁵⁹

- **Resistencia y reproducción de varroa**

También se han hecho programas de selección de abejas resistentes a varroa, uno de ellos consistió en determinar el porcentaje de celdillas de obrera operculadas e infestadas, para determinar el número de hembras, machos y ácaros inmaduros.⁴⁰

Las dos reinas que presentaron el nivel de infestación más alto, fueron escogidas para desarrollar la línea susceptible, mientras que las dos reinas de las colonias, que presentaron el nivel de infestación mas bajo, fueron escogidas para desarrollar la línea resistente.⁴⁰

Los mecanismos de resistencia que actuaron en las líneas de abejas desarrolladas en este estudio no fueron identificados. Ya que los resultados no son claros debido a efectos ambientales y a interacciones entre el genotipo y el medio ambiente, los efectos genéticos no se pudieron separar de los ambientales. La segunda generación de ambas líneas perdió muchas colonias durante el invierno; solo sobrevivieron dos colonias de la línea resistente y una de la susceptible. Éstas se utilizaron para producir a la tercera generación, mientras que las progenitoras de la cuarta generación se escogieron no en base en su mayor o menor porcentaje de celdillas infestadas, sino en el vigor de las colonias; debido a esto, su nivel promedio de infestación fue aproximadamente el mismo que el de todas las colonias de la línea que representaban. El estudio demostró diferencias significativas en el porcentaje de celdillas infestadas entre las líneas desarrolladas a lo largo de los años que

duro el estudio, lo cual sugiere que es posible desarrollar abejas resistentes a Varroa.⁴⁰

Rinderer *et al.*⁶⁰ Importaron reinas de la línea resistente anteriormente mencionada de Yugoslavia y las probaron en Estados Unidos, comparándolas con abejas de ese país. Sin embargo las abejas yugoslavas no mostraron ser más resistentes que las estadounidenses.⁴⁰

2.2 BIOLÓGICOS

Pueden destacarse entre ellos grupos de rickettsias, virus, bacterias y hongos.

A) RICKETTSIAS.- Fueron encontradas en los ácaros y las garrapatas, en grandes concentraciones; pueden ser peligrosas para los humanos y otros vertebrados. Otra desventaja es su difícil producción masiva, de manera que no se les debe clasificar como potenciales agentes biológicos. Otro organismo, sin identificar, parecido a la Rickettsia, fue encontrado en el recto de los ácaros de varroa.⁶¹ Estos organismos fueron descubiertos en todos los estadios de desarrollo.

B) VIRUS.- Los virus son altamente específicos e infecciosos y no se pueden propagar *in vitro* en medios artificiales, solo *in vivo*.⁶² Se han aislado virus patogénicos de los órdenes: Lepidóptera, Hymenóptera, Díptera, Coleóptera, Orthóptera, Hemíptera, Neuróptera y Trichóptera.⁶³ Aunque se conocen desde hace muchos años solo fue hasta la segunda década del siglo XX, cuando se reconocieron las virosis en la clase insecta. Las primeras enfermedades

ocasionadas por virus fueron encontradas por los Chinos en crías de gusano de seda y en la abeja *Apis mellifera*.

Partículas similares a los virus se encontraron en el cuerpo adiposo de los ácaros que infestaban las colonias de *Apis mellifera*, pero los ensayos de transmisión de estas partículas fallaron. Los ácaros con diagnóstico de partículas semejantes a los virus presentan modificaciones de color negro en el tejido y el cuerpo adiposo del intestino.⁶⁴

A pesar del aislamiento de un presunto iridovirus en los ácaros de varroa en colonias de abejas melíferas de EU, no se ha comprobado su patogenicidad ya que aparentemente no le provoca ninguna enfermedad conocida.⁶⁵ Los Polidnaviridae, Ascoviridae y Baculoviridae son patógenos específicos de los artrópodos.⁶⁶ Los baculovirus constituyen un grupo específico para el combate biológico.⁶⁷ Ellos infestan el intestino y penetran entre las células epiteliales del organismo.

Tanto el huésped principal como los huéspedes intermedios actúan en la dispersión del inóculo, las regurgitaciones y excrementos de larvas enfermas contienen partículas virales que pueden llegar a contaminar insectos sanos. El canibalismo constituye una forma de diseminación de las enfermedades virales entre insectos.

En resumen no se ha comprobado la efectividad de los virus para el control de la varroosis.

C) BACTERIAS.- Su transmisión es horizontal y la presa las adquiere por ingestión. También hay vectores como parasitoides y depredadores que transmiten la bacteria de un individuo a otro. Se reproducen normalmente por fisión binaria con gran profusión en ambientes aerobios y anaerobios, en condiciones cálidas o frías, lugares oscuros o luminosos, secos o húmedos y ocupan nichos que pueden ser saprofitos o hasta ser parásitos obligados.⁶⁸ Existe una gran diversidad de bacterias que ocasionan enfermedades infecciosas en los insectos, que se denominan bacteriosis.

Las bacterias patógenas, según Ibarra⁶⁹ normalmente causan algún tipo de septicemia en los insectos. Invaden el hemocèle con una consecuente reproducción y daño de la homeostasis del individuo infectado. La sola presencia de bacterias en la hemolínfa se le conoce como bacteremia; sin embargo, cabe hacer la aclaración que existen bacteremias no patogénicas.

Al igual que en muchos otros patógenos bacterianos, las bacterias entomopatógenas también pueden producir toxinas que aniquilan al hospedero para después reproducirse saprofiticamente en el cadáver. En este caso la presencia de toxinas en la hemolínfa se le conoce como toxemia.

Bacillus thuringiensis es utilizado en amplia escala en el combate biológico. Así, por ejemplo, se aplica para el combate de *Galleria mellonella* L. en apicultura.⁷⁰ También mató adultos y larvas de ácaros tetranychide, así como algunas especies de Mesostigmata y Prostigmata.⁶⁶ Destaca el empleo de este

bacilo para el control de larvas de lepidópteros que atacan a plantas agrícolas y forestales. Algunas cepas fueron aisladas del intestino de *Varroa destructor*, pero su patogenicidad aún no se conoce.⁷¹ Es un producto de nula toxicidad para animales superiores y resulta totalmente inocuo para otros insectos, entre ellos los artrópodos útiles. Es también inocuo para las abejas y abejorros. Parece que tampoco es posible el desarrollo de resistencias a este patógeno por parte de las plagas.

Sin embargo, las bacterias no son patógenos específicos de los ácaros y su cultivo se lleva a cabo, habitualmente, entre los 30 y 35° C, hecho característico para las condiciones de la cría. También la humedad de las colonias de abejas es apropiada para el desarrollo de bacterias.

Se han aislado cepas bacterianas pertenecientes al Bacillacea (*Bacillus sp*) y Micrococceae contra el acaro *V. destructor*. El empleo de bacterias entomopatógenas presenta algunos inconvenientes, ya que suelen persistir poco tiempo sobre las hojas de las plantas, normalmente de 7 a 10 días. Su dispersión es bastante ineficiente ya que unido a la escasa producción de esporas y de toxinas en insectos muertos determina que las epizootias producidas por bacterias sean raras en el campo. Normalmente la susceptibilidad a la infección bacteriana en la población plaga es muy heterogénea, existiendo individuos muy sensibles y otros muy resistentes. Por todo lo anterior se puede concluir que las bacterias entomopatógenas no prometen ser un buen control para Varroa.⁶⁶

D) HONGOS.- Los hongos son un grupo de organismos eucariotes que poseen núcleos organizados, cuya membrana nuclear esta bien definida. Al igual que otros eucariotes, los hongos poseen mitocondrias y sistema endomembranoso (retículo endoplásmico y aparato de Golgi).^{8, 72} La membrana celular basal esta bien organizada y contiene gran cantidad de esteroides; propiedad que los hace diferentes a otros microorganismos. La pared celular libre de citoplasma contiene de un 80 a 90% de polisacáridos y el resto son proteínas y lípidos. Básicamente esta constituida por quitina (polímeros de N-acetil glucosamida), celulosa, glucanas y mananas, compuestos que le dan rigidez y son de importancia en la taxonomía y propiedades antigénicas.⁷³

- **Hongos entomopatógenos**

Son organismos heterótrofos (falta de fotosíntesis), que poseen células quitinizadas normalmente no móviles. Los primeros microorganismos que se encontraron causando enfermedad en insectos fueron los hongos, por su crecimiento microscópico sobre la superficie de sus hospederos. Algunos hongos entomopatógenos no producen crecimiento superficial o producen muy poco. La mayoría son patógenos obligados o facultativos y algunos son simbióticos. Su crecimiento y desarrollo están limitados principalmente por las condiciones ambientales externas, en particular, alta humedad y temperatura adecuada para la esporulación y germinación de esporas. Las enfermedades causadas por estos hongos son denominadas “micosis”.⁶⁸ El potencial de hongos entomopatógenos producidos masivamente para el control de plagas se inició en el estudio para el control del escarabajo *Anisoplia austriaca* y el picudo *Cleonus punctiventris*, respectivamente.⁷⁴

- **Clasificación taxonómica de los hongos entomopatógenos.**

Según la clasificación taxonómica hecha por Ainsworth, ⁷⁵ la cual separa los hongos en dos divisiones: Myxomycota por formar plasmodios y Eumycota por no formarlos y ser frecuentemente miceliales. Los hongos entomopatógenos se encuentran en la división Eumycota y en las subdivisiones: Mastigomycotina, Zygomycotina, Ascomycotina, Basidiomycotina y Deuteromycotina ⁷⁶ o también llamadas Mastigomycota, Zygomycota, Ascomycota, Basidiomycota y Deuteromycota. ^{77, 78, 73}

Los hongos entomopatógenos infectan individuos en todos los ordenes de insectos; la mayoría comúnmente son Hemiptera, Diptera, Coleoptera, Lepidoptera, Hymenoptera y Orthoptera. ⁶⁸

En algunas órdenes de insectos los estados inmaduros (ninfas o larvas) son más a menudo infectados que los maduros o estado adulto. En otros puede suceder lo contrario. Los estados de huevo y pupa no son frecuentemente infectados por los hongos. ⁶⁸

La especificidad del hospedero varía considerablemente, algunos hongos infectan un amplio rango de hospederos y otros están restringidos a unos pocos o a una sola especie de insectos. Existen aproximadamente 700 especies de hongos entomopatógenos, y alrededor de 100 géneros. Dentro de los mas importantes se mencionan: *Metarhizium*, *Beauveria*, *Hirsutella*, *Paecilomyces* y *Verticillium*, pertenecientes a la clase Deuteromycota. ⁷⁹ Los

Deuteromycotina u hongos imperfectos, llamados así porque la mayoría de los hongos carecen de fase sexual o bien esta no se conoce. Al tener reproducción asexual, forman conidias.⁶⁸ Son organismos unicelulares o filamentosos con micelio septado. Los Deuteromycotina entomopatógenos son encontrados en dos clases, Hyphomycetes y Coleomycetes. Muchos son patógenos altamente virulentos y han sido aplicados en el control de insectos plaga.^{80,81}

- **Mecanismo de acción**

Los hongos entomopatógenos pueden ocasionar enfermedad y propagarse en la población de insectos, dependiendo de las interacciones y factores relacionados con:

- 1) El patógeno (patogenicidad, virulencia, dispersión y persistencia)
- 2) El hospedero (susceptibilidad, densidad, distribución y comportamiento)
- 3) El medio ambiente (abióticos: temperatura, humedad, viento y lluvias; y bióticos: parásitos, depredadores y planta huésped).

En forma general los hongos entomopatógenos son de acción lenta. Presentan las siguientes fases de desarrollo sobre los hospederos: adhesión, germinación, formación de apresorios, estructuras de penetración, colonización y reproducción del patógeno.⁸² El inicio de la infección se realiza por germinación de las esporas del hongo sobre el tegumento del individuo o plaga la cual requiere condiciones específicas de temperatura (15°-35°C) y humedad (70% H.R.). La invasión al hospedero se produce con la adherencia del conidio a la cutícula del insecto. Posteriormente este produce un tubo germinativo y un apresorium, como producto de la dilatación de la hifa. En la

penetración están presentes dos procesos principales: el físico debido a la presión de la hifa, la cual rompe las áreas membranosas esclerosadas y el químico, resultante de la acción enzimática (proteasas, aminopeptidasas, estereasas, y N-aceti-glucosamidasa, ureasas, lipasas y quitinasas), las cuales destruyen la pared celular y facilita la penetración mecánica, en el área de la procutícula alrededor de la penetración ⁸³ y aparecen signos de histólisis (destrucción del tejido por acción enzimática). A partir de la penetración se inicia el proceso de colonización, en el cual la hifa presenta un engrosamiento y se ramifica en la cavidad general del cuerpo. A partir de ese momento se forman pequeñas colonias del hongo y otros cuerpos hifales (blastoporos), sin embargo no ocurre gran crecimiento hifal antes de la muerte del insecto o ácaro. ⁸⁴ Cuando el tubo germinal llega a la cavidad hemocélica, produce micelios vegetativamente que invaden los tejidos y fluidos corporales, hasta llenar todo el interior del hospedero y matarlo por el daño mecánico o por la liberación de toxinas resultantes del metabolismo. ^{85, 68} La presencia de enzimas hidrolíticas suele facilitar cada etapa de infección del hongo y adicionalmente puede ser importante en la invasión del hemocelo del insecto. ⁶⁸

Los hongos pueden evitar la defensa inmune de un insecto por el desarrollo de protoplastos que no son reconocidos por la población de hemocitos del insecto formando cuerpos hifales multiplicándose e dispersándose y produciendo micotoxinas. ^{80, 68} El hongo sale del insecto enfermo a través de las aperturas (boca, ano, orificios de unión de los tegumentos y artejos) y en el exterior forma sus estructuras fructíferas llamados conidióforos. Luego se producen las conidias si la humedad es alta. El viento dispersa las conidias. Los insectos

afectados se observan débiles e inactivos, luego se cubren de un hollín blanco (micelios). El hospedero muere lentamente 5 a 6 días después de la penetración del tubo germinal, quedando momificados con moho algodonoso (esporulación) de color variable.^{74,68}

***Beauveria bassiana* (Bálsamo) Vuillemin.** El genero *Beauveria* esta compuesto por varias especies: *B. bassiana*, *B. brongniartii* o *B. tenella*, *B. amorpha*, *B. velata*, sin embargo, las mas estudiadas han sido *B. bassiana* (Bálsamo) Vuillemin y *B. brongniartii* (De Lacroix) Siemszko.⁸⁶

El género se caracteriza por presentar el micelio blanco (Fig. 1c) conidióforos sencillos, irregularmente agrupados o en grupos verticilados, en algunas especies hinchados en la base y adelgazándose hacia la porción que sostiene la conidia, la cual se presenta en forma de zig-zag después de que varias conidias se producen (Fig. 1b); son hialinas, redondeadas a ovoides y unicelulares.⁸⁶ *B. bassiana* posee conidias de globosas a subglobosas (2-3x2.0-2.5 µm) y las estructuras conidióforas forman densos grupos (Fig. 1a).⁸⁰

El hongo produce una toxina de alto peso molecular que se llama beauverin, la cual tiene actividad proteolítica y es soluble en agua. La cantidad de toxina producida depende de la composición de la hemolínfa después de invadir el intestino, cambiando el pH de la “sangre”.

En esta especie ocurre con frecuencia heterocariosis, dando como resultado muchas diferencias en cuanto a la virulencia de las variedades. Se produce quitinasa, lipasa y proteasa para la penetración de la cutícula. Invade al

hospedero a través de la cutícula y vía bucal. Los insectos mueren debido a la pérdida de los nutrientes y por la acción de las toxinas Destruxin A y Destruxin B, que son péptidos cíclicos.

En Colombia *Beauveria bassiana* aparece afectando naturalmente la población de broca del café *Hypothenemus hampei*. El hongo *Beauveria bassiana* se ha comercializado en varios países. Sus formulaciones se utilizan para los agricultores en el control de diversas plagas.⁸⁶

***Metarhizium anisopliae*.** El hongo *Metarhizium anisopliae* (Metschnikov) (Deuteromycotina: Phialosporaceae), se aísla de un amplio rango de ordenes de insectos. Espinel, Ebratt y Cotes¹⁰ evaluaron cepas nativas de *M. anisopliae* para el control de la langosta *R. schistocercoides*, logrando obtener mortalidades del 100%, en el octavo estadio. Encontraron diferencias en cuanto al tiempo de mortalidad entre las cepas. Las cepas nativas se evaluaron en campo a una concentración de 1×10^8 esporas/ml. Bustillo, López y Devia⁸⁷ estudiaron la patogenicidad de *M. anisopliae* Metschnikoff, en condiciones de laboratorio sobre ninfas de cuarto estadio de la langosta. Se utilizó una concentración de *M. anisopliae* de 1×10^7 esporas/ml, por inmersión en 50 ml de la suspensión de hongo durante 30 segundos. Las ninfas del testigo se trataron sólo con agua destilada estéril, se aislaron y alimentaron en cajas plásticas. Después del segundo día de inoculadas las ninfas, se observaron los signos y la mayor mortalidad se alcanzó al quinto día. Los porcentajes de mortalidad fueron de 68.0 ± 4.9 para Ma 9218 y $84.0\% \pm 7.5\%$ para Ma 9236.

Verticillium lecanii. Los conidioforos de las especies de *Verticillium* son poco diferenciados de las hifas vegetativas, las células conidiógenas (fiálides) están en forma de verticilios de dos a seis, en parejas o solitarias sobre hifas o apicalmente sobre cortas ramificaciones (Fig 2a).⁸⁸ Las conidias de *Verticillium lecanii* son pequeñas, hialinas cilíndricas o elipsoidales y redondeadas en sus extremos; con medidas que varían de 2,3-10.0 milimicras de largo por 1.0-2.5 milimicras de ancho. Estas conidias nacen en forma de gotas filamentosas o en cadenas (Fig 2b).⁸⁸

Hacia el año de 1898 en la Isla de Java, Zimmerman descubrió el hongo denominándolo *Cephalosporium lecanii*, sin embargo, hacia el año 1939 el mismo hongo fue reportado como *V. lecanii* por Viegas, quien refirió al característico halo blanco formado por este sobre el insecto *Coccus viridis* (Green).⁸⁸ El hongo *V. lecanii* es un patógeno que aparece frecuentemente sobre áfidos y escamas en las regiones tropicales y subtropicales. Este género también fue reportado atacando insectos del orden Coleóptera, Díptera, Hymenóptera y sobre ácaros. En condiciones de invernadero ha sido utilizado en Inglaterra para el control de áfidos *Microsiphoniella sanborni*, *Brachycaudus helichrysi* y *Mysus persicae*, los cuales atacan al crisantemo. En otros cultivos como el pepino también se ha utilizado para el control de la mosca blanca *Trialeurodes vaporariorum* y el pulgón *Aphis gossypii*. En Brasil ocurre naturalmente sobre escamas de cítricos y principalmente sobre *Eoccus viridis* en café. Esto ha hecho que la plaga se mantenga en niveles no económicos. También fue aislado en 1985 ocurriendo epizooticamente en diversas especies de áfidos de la caña de azúcar.⁸⁹

***Paecilomyces fumosoroseus* (Wize) Brown & Smith.** El generó *Paecilomyces* presenta hifas hialinas a amarillentas, septadas, de paredes delgadas. La mayoría presenta ramificaciones verticiladas o irregularmente ramificadas, llevan en su parte terminal en cada rama grupos de fiálides, constan de una porción basal cilíndrica o hinchada adelgazándose abruptamente a menudo para formar un cuello muy notorio (Fig 3a). Los conidióforos llevan cadenas de conidias; estas son hialinas, unicelulares y de forma ovoide (Fig 3b).⁸⁶

En Colombia se han registrado como mínimo cinco especies de *Paecilomyces* infectando ocho insectos diferentes, en especial a la mosca blanca del tabaco (*Bemisia tabaci*). Las infecciones causadas por *P. fumosoroseus* se reconocen por el color rosado pálido mientras que en *P. lilacinus* son de color violeta claro. La especie más importante del género es *Paecilomyces fumosoroseus* (Wize) Brown & Smith.⁸⁶

***Hirsutella thompsonii*.** Este patógeno es conocido desde 1924, fue observado como causante de una enfermedad en poblaciones del ácaro *Phyllocoptruta oleivora*.⁹⁰ Este patógeno es específico de ácaros y en especial ocurre sobre eriofidos (acaros fitófagos) y tetránquidos (arañas rojas y pardas de los frutales).

- **Métodos de cultivo**

Tanto las bacterias como los hongos necesitan para su metabolismo de fuentes de energía, carbono, nitrógeno, minerales y factores de crecimiento; además de estos nutrientes debemos tomar en cuenta factores o agentes fisicoquímicos como: temperatura, pH, humedad relativa y atmósfera de incubación. El pH debe de ser ligeramente ácido para facilitar el crecimiento de los hongos e inhibir al mismo tiempo el desarrollo de otros microorganismos.

Además se deben añadir antibióticos antibacterianos para inhibir el crecimiento de las bacterias saprófitas que suelen contaminar las muestras. Los más usados son el cloranfenicol y la gentamicina.

Existen tres medios de cultivo para los hongos de acuerdo a su procedencia y origen de sus componentes: 1. Medios naturales, se caracterizan por estar preparados por compuestos de origen natural y su composición no es exacta, como pedazos o infusiones de frutas, vegetales, granos de cereales o tejidos animales. Estos medios varían mucho en su composición, no son fácilmente reproducibles, ni de amplio uso. 2. Medios semisintéticos, están conformados por compuestos de origen natural y químico, estos medios de cultivo están preparados con peptonas, extractos de plantas, agar y otros compuestos de procedencia desconocida o variable. 3. Medios sintéticos, presentan composición química definida cuantitativa y conocida. La mayoría de las formulas de los medios de cultivo utilizados para hongos contienen peptonas, algún carbohidrato y agar.⁹¹

Otra forma de clasificar los medios de cultivo es:

a) MEDIOS DE CULTIVO BASICOS O GENERALES: Promueven el desarrollo de bacterias y hongos poco exigentes, ya que contienen los mínimos requerimientos nutricionales. Son utilizados para: análisis cuantitativos, conservación de cepas y muestreo del medio ambiente o superficie. Ejemplos: agar nutritivo, agar tripticasa soya (TSA), caldo nutritivo y agar Sabourad dextrosa (SDA).⁹²

b) MEDIOS SELECTIVOS: Estos medios contienen sustancias inhibidoras para suprimir parcial o totalmente el desarrollo de microorganismos no deseados. Las sustancias utilizadas con mayor frecuencia son los: colorantes, las sales inorgánicas, las sales biliares, los antibióticos y los detergentes. Los medios selectivos tienen una gran utilidad para el aislamiento de gérmenes patógenos a partir de muestras clínicas que contengan microflora normal. Ejemplos: agar MacConkey (McC), verde brillante (VB), micobiotic, manitol sal agar (MSA), agar selectivo de avena, etc.⁹²

- **Medios de cultivo utilizados para hongos entomopatógenos**

Los medios para el cultivo de hongos entomopatógenos son principalmente agar Saboureaud dextrosa, agar papa y el agar selectivo de avena, siendo el más utilizado el agar papa que es una infusión de papa (200g), dextrosa (20g) y agar (15g).⁹³

Para determinar el crecimiento y la producción de conidias de las cepas de *Beauveria*, se siembran (3 ml aprox. de una suspensión de conidias de cada uno de los aislamientos) en el centro de una caja de Petri, con medio selectivo

agar papa glucosado, Todas las cajas son mantenidas en estufa de cultivo a $30^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ y una HR de 60 hasta 80% durante 4 días. Para cuantificar el crecimiento de las colonias, se realizan mediciones con una regla milimetrada sobre dos diámetros perpendiculares en la base de las cajas de Petri. Se consideraron 4 repeticiones por cepa y posteriormente cada colonia fue suspendida en 10 ml de agua destilada con Tween 80 (polisorbato de sodio) al 0,1%. Se contó el número de conidias totales, utilizando una cámara de Neubauer, lo que permitió determinar la producción promedio de conidias por mililitro para cada aislamiento.

- **Formulaciones de hongos entomopatógenos**

La formulación del hongo es el proceso mediante el cual el ingrediente activo, es decir las conidias del hongo, se mezclan con materiales inertes, tales como vehículos, solventes, emulsificantes y otros aditivos. Estos materiales inertes ayudan a que el hongo esté más protegido al momento de la aplicación, así mismo, la facilita evitando que se sedimente fácilmente y/o que forme grumos que tapen las boquillas. Todo esto se hace con el fin de lograr una buena homogeneidad y distribución de las partículas del hongo, para poder ser manipuladas y aplicadas adecuadamente.⁹⁴ Las formulaciones que se han utilizado para la aplicación de los hongos entomopatógenos en el control de Varroa han sido en forma seca o polvo mojable en la cual se utiliza un vehículo, el cual puede ser de origen mineral o vegetal, que ayuda a absorber la humedad de las conidias y mantiene la viabilidad por un tiempo considerable.^{82,}

⁹⁴

El empleo de hongos entomopatógenos puede hacerse mediante tres estrategias. En primer lugar se pueden introducir cepas exóticas de hongos de gran virulencia o una nueva especie, desde un área geográfica a otra. En segundo lugar, se puede emplear como un producto químico, con el hongo producido en cantidad y formulado, para que produzca una epizootia. Por último, se pueden implementar prácticas que modifiquen el medio ambiente y favorezcan el incremento del hongo o posibiliten la infección del hospedero. Es destacable mencionar que los hongos fueron los primeros microorganismos empleados por el hombre como insecticidas microbiales.^{30,82}

Se han desarrollado aislamientos y fueron evaluados en laboratorio y en colmenas de observación dejando como candidatos los que fueron clasificados según la letalidad del ácaro, esto es: los hongos que mataron un rango grande de varroas fueron identificados como principal candidato para la investigación contra varroas.

En previos estudios, fueron demostrados que el control biológico por medio de hongos tales como *Hirsutella thompsonii*, *Metarhizium anisopliae*, *Bauberia bassiana*, y *Verticillium lecanii*, tienen potencial para el control de varroa.⁹⁵⁻⁹⁷

Los aislamientos de *Metarhizium anisopliae* e *Hirsutella thompsonii* fueron seleccionados por ser los mas eficientes en las pruebas de laboratorio para el control de varroa desde una concentración de 1×10^6 a 1.1×10^3 conidias por mm⁽⁻²⁾ para *M. anisopliae* y de 9.9×10^1 a 1×10^8 conidias por mm⁽⁻¹⁾ para *H.*

thompsonii estos, teniendo un LT. del 50 al 90% y en un rango de muerte de ácaros de 3 a 10 días.⁹⁸

Los Hongos que tuvieron menor grado de efectividad fueron *Verticillium lecanii*, *Beauveria bassiana*, *Tolytlocadium spp.* y *Paecilomyces spp.* Pero pudieron infectar y matar a varroa en un determinado tiempo.

Los tratamientos no afectaron significativamente a la abeja en larva, prepupa, pupa y adultos bajo las condiciones de laboratorio.

• PRESENTACIONES COMERCIALES

Diversas especies de hongos se han formulado en preparados comerciales para el control de plagas en cultivos comerciales mediante hongos entomopatógenos con *Beauveria bassiana* se elabora Biotrol FBB (USA), Boverin (U.S.S.R.) y ABG-6178 (U.S.A.); con *Hirsutella thompsonii*, Mycar (USA); con *Metarhizium anisopliae*, se fabrica Biotrol FMA (USA), Metaquino (Brasil); por último en Inglaterra, con las marcas de Vertalec y Mycotol, se fabrica el *Verticillium lecanii*.^{82,90}

Los entomopatógenos que se desee producir comercialmente deberán someterse a un riguroso control de calidad. Tiene que asegurarse por los productores que la formulación que entregan contiene el microorganismo que anuncian. Es posible que se promocióne un hongo determinado y en el proceso de elaboración éste se contamine con otros hongos. Esto no solo afecta la calidad y efectividad del producto, si no que desprestigia además la técnica para el control de insectos nocivos.⁸²

La comercialización de insecticidas basados en hongos entomopatógenos requiere un control de las propiedades biológicas, físicas y químicas. Para esto se realizan pruebas microbiológicas como concentración de esporas, germinación de esporas y prueba de pureza. Además de las pruebas físico-químicas de determinación de pH, porcentaje de humedad, humectabilidad, suspensibilidad y taponamiento de boquillas, que aseguren al usuario un producto con la máxima eficacia de control en el campo.⁹⁹

Es conocido el procedimiento para mantener la virulencia constante mediante inoculación del hongo a un insecto hospedero vivo y su posterior reisolamiento una vez muerto el mismo. La frecuencia de estos pases por insectos esta dada por las veces que la cepa puede ser multiplicada sin perder su virulencia recomendándose generalmente hacerla cada 3 ó 4 pases por medio de un agar nutriente natural o sintético.⁸²

3. Conclusión

- Hasta hoy los productos químicos que han sido utilizados para el control de varroa son eficaces, sin embargo, han generado resistencia en los ácaros y dejan residuos tóxicos que dejan en la miel.
- Los métodos genéticos aparentemente han logrado obtener buenos resultados, pero para obtener líneas genéticamente resistentes contra varroa, se requiere de un largo tiempo de espera.
- Los métodos biológicos como los virus, bacterias, y rickettsias no han sido estudiados con precisión en varroa y no han probado ser patógenos para dicho ácaro.
- Como conclusión general, el control de *Varroa destructor*, basado en hongos entomopatógenos parece prometedor, sin embargo se ha recomendado continuar los estudios a través de pruebas de campo.

4. Literatura Citada

1. Banco de Comercio Exterior (BANCOMEXT). Dirección de análisis económico, SNC con base en información del grupo de trabajo conformado por el Banco de México, del INEGI, El sistema de Administración Tributaria y la Secretaría de economía 2004. Ene-Sep. [Citado 2004 Nov 19] Disponible en: URL <http://www.Comext.com/Bancomext/publicasecciones/secciones/5347/AnexoEstudseptiembre2004.pdf>
2. Guzmán –Novoa E. La apicultura en México y Centro América. Memorias del V Congreso Ibero Latinoamericano Apícola. Mercedes Uruguay. Intendencia Municipal de Soriano Central de Apicultura Cooperativa; 1996;14-17
3. De Jong D, Morse R, Eickwort CG. Mite pest of honey bees. Ann. Rev 1982; 27: 229-252
4. Chihu AD, Rojas LM, Rodríguez SR. Primer reporte en México del ácaro *Varroa jacobsoni*, causante de la varroasis de la abeja mellífera (*Apis mellifera* L). Memorias del VI Seminario Americano de Apicultura. Oaxtepec, (Morelos), México. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, México, DF 1992: 9-11
5. (SAGARPA) Secretaría de Agricultura y Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Manual de Buenas Practicas de Producción de Miel. México(DF):PNCAA,2003
6. Organización mundial de Sanidad animal (OIE). Información sanitaria mundial 2004 (Handistatus) Versión 2.0 online. Oct 2004. (Citado 2005 Ene). Disponible: URL: <http://www.oie.int/hs2/report.asp>.

7. Anderson DL, Trueman JWH. *Varroa jacobsoni* (Acari: Varroidae) is more than one species, Experimental and Applied Acarology, 2000; 24: 165-189
8. Alexopoulos CJ. Introducción a la micología. 2nd edición. Ed. Universitaria. Buenos Aires. 1976.
9. De Jong D, De Jong PH. Longevity of Africanized honeybees (Hymenoptera apidae) infested by *Varroa jacobsoni* (Parasitiformes, Varroidae). J. Entomol 1983; 76: 766-768
10. Duay P, De Jong D, Engels W. Weight loss in drone pupae (*Apis mellifera*) multiply infested by *Varroa destructor* mites. Apidologie 2003; 34(1):61-65.
11. Ritter W. Varroa disease of the honeybee *Apis mellifera*, Bee World 1981; 62(4):141-153
12. Glen RN. Status report on *Varroa jacobsoni*. Am Bee J 1988:106-111
13. Ball BV. The development of control strategies for *Varroa jacobsoni* in colonies of *Apis mellifera*. Proceedings of the Brighton Crop Protection Conference-Pests & Disease, 1994a; 2: 569-576
14. Ball BV. Host-parasite-pathogen interactions, in New Perspectives on Varroa (MATHESON, A Ed). International Bee Research Association, Cardiff, UK, 1994b; 5-11
15. De Felipe H, Guzmán C, Vandame R. Control alternativo de varroa con ácidos orgánicos y timol: investigación y capacitación en el estado de Veracruz. Memorias del XIII Seminario Americano de Apicultura; 1999 agosto 26-28; Morelia (Michoacán) México. México (DF): Asociación Nacional de Médicos Veterinarios Especialistas en Abejas 1999.

16. Martín SJ. The role of Varroa and viral pathogens in the collapse of honey bee colonies: a modeling approach. J Appl Ecol 2001;38:1082-1093.
17. Fries I, Camazine S, Sneyd J. Population-dynamics of *Varroa jacobsoni*-a model and a review. Bee World, 1994; 75: 5-28
18. De Jong D. Current Knowledge and open questions concerning reproduction in the honeybee mite *Varroa jacobsoni*. In:Engels, Clark W, HJRW, Fischer A, Olive PJW, Went DF, editors. Advances in Invertebrate Reproduction 3. Amsterdam Netherlands: Elsevier Science Publishers B.V, 1984;547-552.
19. Grout RA. The Hive and the honey bee. Second Edition. Daddant and Sons, editors. Illinois. USA: Hamilton press,1963;134.
20. Eckert J, Shaw F. Beekeeping. New York U.S.A: The Macmillan Company, 1969.
21. Martínez A, Zermeño G, Reyes J. Evaluación del efecto acaricida de aceites esenciales citronela y pachuli en la comarca lagunera. Memorias del 9º Congreso Internacional de Actualización Apícola, Zacatecas, Zacatecas. México. México: Asociación Nacional de Médicos Veterinarios Especialistas en Abejas, 2002; 31-34.
22. Guzmán –Novoa E, Page RE. The impact of Africanized bees on Mexican beekeeping. Am. Bee J. 1994;134:101-106
23. Ritter W, De Jong D. Reproduction of *Varroa jacobsoni* O. in Europe, the Midle East and South America Z. Ang. Entomol 1984; 98:55-57Ainsworth G. Introduction and keys to higer taxa. In:"The fungi: An Advanced Treatise".

24. Arechavaleta M, Guzmán E. Producción de miel de Colonias de Abejas (*Apis mellifera* L) tratadas y no tratadas con fluvalinato contra *Varroa jacobsoni* Oudemans en Valle de Bravo Estado de México. Revista Veterinaria México 2000; 31 (4):381-384
25. Dietz A, Hermann HR. Biology, detection and control of *Varroa jacobsoni*. A parasite mite on honey bees. Lei Act publisher, Commerce, George USA 1988; 80p.
26. Vandame R, Colin M, Otero CG. Ensayos con abejas europeas y africanizadas en México. 1. Biología del ácaro. Vida Apicola 1998;90:12-19
27. De Jong D, PH De Jong, and LS. Goncales. Weight loss and other damage to developing worker honey bees from infestation with *Varroa jacobsoni*. J. Apic. Res. 1982; 21:165-167
28. De Jong D. Mites: *Varroa* and Other Parasites of Brood. In honey Bee Pest, Predators, and Diseases. Morse R, Flottum K, editors. London: Cornell University press, 1990; 201-215.
29. Martín SJ. Ontogenesis of the mite *Varroa jacobsoni* in Worker brood of the honey bee *Apis mellifera* under natural conditions. Exp Appl Acarol, 1994; 18: 87-100
30. Infantidis MD. Ontogenesis of the mite *Varroa jacobsoni* in Worker and drone honeybee brood cells. J Apic Res, 1983; 22: 200-206
31. Curso de capacitación sobre el control alternativo de varroa en apicultura Juño 1999. (Citado 2006). Disponible: URL:
<http://www.uady.mx/sitios/abejas/sitios/curso>

32. Boecking O, Ritter W. Grooming and removal behavior of *Apis mellifera intermissa* in Tunisia against *Varroa jacobsoni*. J Apic Res 1993;33:127-134
33. Flores JM, Ruiz JA, Ruz JM, Puerta F, Campano F, Padilla F, et al. El fenómeno de la resistencia natural a la varroosis. Vida Apícola 1995;74:44-51.
34. Moretto G. Mecanismos de defensa de operarias de *Apis mellifera* a varroa e a taxa de reprodução do ácaro varroa jacobsoni. Memórias del X Congreso brasileño de Apicultura; 1994 agosto 14-18; Pousada (Rio Quente) Brasil. Brasil; 1994:199-203
35. Moritz R. Selection for varroa resistance in honeybees. Parasitology Today 1994;10(6):236-238
36. Peng YS, Fang Y, Xu S, GL. The resistance mechanism of the Asian honey bee, *Apis cerana* Fabr., to an ectoparasite mite *Varroa jacobsoni* Oudemans. J. Invert Pathol, 1987;49:54-60.
37. Peng G, Sutton JC. Evaluation of microorganisms for biocontrol of *Botrytis cinerea* in strawberry. Can. J. Plant Pathol, 1991a; 13:247-257.
38. Peng G, Sutton JC. Evaluation of the honeybee as a means for applying *Gliocladium roseum* to strawberry flowers to control *Botrytis cinerea*. Can. J. Plant Pathol, 1991b; 13:283.
39. De Jong D. Mites Varroa and other parasite of brood. In: Morse RA, editor. Honey bee pests, predators and diseases. 3^o ed. USA: The A.I. Root Company, 1997.

40. Guzmán-Novoa E, Correa BA. Selección de abejas melíferas (*Apis mellifera* L) resistentes al ácaro *Varroa jacobsoni* O. 1996 Vet. Méx,27(2):149-158
41. Aumeier P. Bioassay for grooming effectiveness towards *Varroa destructor* mites in africanized and Carniolan honey bees. *Apidologie* 2001;32:81-90
42. Delfinado-Baker M, Rath W, Boecking O. Phoretic bee mites and honeybee grooming behaviour. *Inter J Acarol* 1992;18(4):315-322
43. Moritz R, Mautz D. Development of *Varroa jacobsoni* in colonies of *Apis mellifera capensis* and *Apis mellifera carnica*. *Apidologie* 1990;21: 53-56
44. Espinosa MLG, Guzmán-Novoa E, Sánchez AA, Leyva MN, Uribe RJ, Prieto MD. Determinación de la confiabilidad de un método directo para diferenciar el comportamiento de acicalamiento entre abejas de diferente genotipo. *Memorias del 11º Congreso de Actualización Apícola*; 2004; Monterrey (Nuevo León) México. México (DF): Asociación de Médicos Veterinarios Especialistas en Abejas, 2004;79-86.
45. Arechavaleta-Velasco ME, Hunt GJ. Regiones genómicas asociadas con el comportamiento higiénico de abejas melíferas. En: *Memorias del XVIII Seminario Americano de Apicultura*; 2004 8-10 septiembre; Villahermosa, Tab, Gob. Edo. de Tabasco, UNAPI,2004:208-211
46. Calderone NW. Evaluating subsampling methods for estimating numbers of *Varroa jacobsoni* mites (Acari:Varroidae) collected on sticky-boards. *J.Econ.Entomol*, 1999; 92:1057-1061

47. Fries I, Aarhus A, Hansen H, Korpela S. Comparison of diagnostic methods for detection of low infestation levels of *Varroa jacobsoni* in honey-bee (*Apis mellifera*) colonies. Exp Appl Acarol 1991;10:279-287.
48. Sammartaro DG, De Grandi-Hoffman, G. Needham, G. Wardell. Some volatile plant oils as potential control agents for varroa mites (Acari:Varroidae) in honey bee colonies (Hymenoptera: Apidae) Am. Bee J. 1996
49. Calatayud F, Verdu M. Cómputo de ácaros en los detritus de la colmena. Vida Apícola 1995;69:41-45
50. Correa-Marques, De Jong D. Estudio de resistencia a varroatose em abelhas *Apis mellifera* no Brazil. Memorias del V congreso Iberoamericano de Apicultura: 1996; Mercedes Uruguay. Uruguay, 1996:146-147. Correa-Marques. Aspectos de resistencia da abelhas *Apis mellifera* ao ácaro *Varroa jacobsoni* no Brasil (Desercão de mestrado em ciencias-área: Entomología). Riberao (Prieto-USP) Brasil: Facultades de filosofía, ciencias e letras, 1996.
51. Lodesani M, Vecchi MA, Tommasini S, Bligiardi M. A study on different kinds of damage to *Varroa jacobsoni* in *Apis mellifera ligustica* colonies. J Apic Res 1996;35(2):49-56
52. Ruttner F, Panel H. Active defense against varroa mites in a Carniolan strain of honey bee (*Apis mellifera carnica* Pollman). Apidologie 1992;23:173-187
53. Rothenbuhler WC. Behaviour genetics of nest clearing in honeybees: I. Responses of four inbred lines to disease-killed brood. Anim Behav 1964a; 12: 578-583

54. Rothenbuhler WC. Behaviour genetics of nest clearing in honeybees: IV. Responses of back-cross generations to disease killed brood. American Zoologist 1964b; 4:111-123
55. Spivak M and Gilliam M. Hygienic behaviour of honey bees and its application for control of brood diseases and varroa. Bee World 1998;79(3):124-134
56. Spivak M and Reuter GS. Performance of hygienic honey bee colonies in a commercial apiary, Apidol, 1998;29:291-302
57. Newton D, Cantwell GC, Bourquin EP. Removal of freeze-Killed brood as an index of nest cleaning behaviour in honeybee colonies (*Apis mellifera* L) Am Bee J. 1975;115:388,402,406.
58. Newton D, Ostasiewski N. A simplified bioassay for behavioral resistance to American foulbrood in honey bees (*Apis mellifera* L) Am bee J. 1986;126:278-281
59. Ramos A. Comparación de tres métodos para evaluar el comportamiento higiénico en abejas melíferas (Tesina de licenciatura). (DF) México. Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, 2004.
60. Rinderer TE, Guzmán LI, Kulinčević JM, Delatte GT, Beaman LD, and Bucu SM. The breeding, important testing and general characteristics of Yugoslavian honey bees bred for resistance to *Varroa jacobsoni*, Am. Bee J, 1993;133:197-200
61. Liu TP, Ritter W. Morphology of some microorganisms associated with the female mite *Varroa jacobsoni*, a survey by electron microscopy, in

- Needham E. et al.(Ed.), Africanized Honeybees and mites, Ellis Horwood, Chichester, 1988; 467-474
62. Rodríguez, SDA. Uso de los virus entomopatógenos en programa de control biológico. En: II Simposio Nacional sobre Control Biológico en Colombia (Memorias). Medellín: Sociedad Colombia de Entomología-Comité Nacional de Control Biológico, 1992.p.182-210
63. Ibarra JE, Del Rincón MC. Virus entomopatógenos. En: IX Curso Nacional de Control Biológico (Memorias). Río Bravo, Tamaulipas, México: Sociedad Mexicana de Control Biológico, 1998;90-103
64. Kleespies RG, Radtke J, Bienefeld K. Virus-like particles found in the ectoparasitic bee mite *Varroa jacobsoni* Oudemans, J Invert Pathol, 2000; 15: 87-90
65. Camazine S, Liu TP. Aputative iridovirus from the honey bee mite, *Varroa jacobsoni* Oudemans, J Invert Pathol, 1998; 71:177-178
66. Chandler D, Sunderland KD, Ball BV, Davison G. Prospective Biological Control Agents of *Varroa destructor* n.sp., an Important Pest of the European Honeybee, Biocontrol Science and Technology, 2001; 11: 429-448
67. Martignoni ME. Baculoviruses: an attractive biological alternative, in Burges HD. (Ed.), Chemical and Biological Controls in Forestry, Seattle Washington, 1984; 55-67
68. Tanada Y. and Kaya HK. Insect pathology. New York: Academic Press, Inc. 1993. 666p.

69. Ibarra JE. Bacterias entomopatógenas. En: IX Curso Nacional de Control Biológico (Memorias). Río Bravo, Tamaulipas, México: Sociedad Mexicana de Control Biológico, 1998; 76-89
70. Vasiliki T, Alexandra L, Dimitrios L, Nikolaos E, George A. Newly isolated bacterial strains belonging to Bacillaceae (*Bacillus* sp.) and Micrococcaceae accelerate death of the honeybee mite. *Varroa destructor* (*V. jacobsoni*), in laboratory assays. Biotechnology letters, 2004; 26: 529-532
71. Glinski ZF, Jerosz J. Micro-organisms associated Fortuitously with *Varroa jacobsoni*, Microbios, 1990; 62: 59-68
72. Cervantes ORA. Identificación con los hongos y los Micólogos, Taller teórico/práctico "hands on" (solo con los hongos), UNAM, 1998
73. Webster J. Introduction to Fungi. 2a. edición. Ed. Cambridge University. Inglaterra. 1980
74. Castillo P, Acosta N, Ciliezar A. Control microbiológico de plagas artrópodos. En: Manual para la enseñanza del control biológico en América Latina. DPV-EAP No. 622. Honduras: Zamorano, 1995; 51-72.
75. Ainsworth G, Sparrow F. and Sussman, A. Academic Press, New York. (IVA) 1973; 1-7
76. St. Leger RJ, Durrands PK, Charneley AK, Coper R. Role of extracellular chymoelastase in the virulence of *Metarhizium anisopliae* for *Manduca sexta*. Journal Invertebrate Pathology, 1988; 52: 285-293.
77. Chandler WF, Kaplan W, Ajello L.A. Colour Atlas and Textbook of the Histopathology of Mycotic Diseases. Wolfe Medical Publications, London, 1980.

78. Kendrick B, The fifth Kingdom, 3 ed. Canada 1992.
79. Roberts DW. World picture of biological control of insect by fungi. Mem. Inst. Oswaldo Cruz, Rios de Janeiro 1989. 89-100
80. Samson R, Evans H, Latge J. "Atlas of Entomopathogenic Fungi". Springer-Verlag, Berlin, 1988; 300p
81. Uso de Hongos entomopatógenos en el control de ectoparásitos
Disponble en URL: <http://www.monografias.com/trabajos29/hongos-entomopatogenos.shtml>
82. Evaluación de la patogenicidad de diferentes hongos entomopatógenos para el control de la Mosca blanca de la yuca *Aleurotrachelus sociales* Bondar (*Homoptera: Aleyrodidae*) bajo condiciones de invernadero.
Disponble en URL:
http://www.ciat.cgiar.org/imp/pdfs/tesis_irina_alean.pdf
83. Van Der Geest LPS, Elliot SL, Breuwer JAJ, Beerling EAM, Diseases of mites. Exp. Appl. Acarol, 2002; 24: 497-560
84. Badilla F. Utilización de Hongos entomopatógenos en el control de Insectos. (DIECA) 1994.
85. Lysenko O, Kucera M. Microorganisms as sources of new insecticidal chemicals: toxins. En: Burgues, H and Hussey, N. Microbial control of insects and mites. 2ed. London: Academic Press, 1994. p.218-222.
86. Bustillo A. Hongos en insectos y posibilidades de uso en el control biológico de plagas en Colombia. En: seminario Uso de entomopatógenos en Colombia. Sociedad Colombiana de entomología. Bogotá, 2001; 30-53

87. Bustillo PA, López JC, Devia H. Patogenicidad de *Metharhizium anisopliae* en la langosta migratoria *Rhammatocerus schistocercoides* Rehn, en Colombia. En: Rev. Colombiana de Entomol, 1997; 23(1,2):39-43
88. Samson R, Rombach M. Biology of the fungi *Verticillium lecanii* and *Aschersonia*. In: Biological pest control. The glasshouse experience. Blanford Press. Englands, 1985; (2):34-42
89. Alves SB. Controle microbiano de insectos. Sao Paulo Manole. 1986. 407 p
90. McCoy CW, Samson RA, Boucias DG. Entomogenous fungi. En: Handbook of natural pesticides. V.5. Microbial Insecticides. O.M. Ignoffo, N. Bhushan Mandaba (eds.) Florida: CRC Press, 1988. 243p.
91. Pelczar M, Reid R, Chan E. Microbiología. Cuarta Edición. Mexico: McGraw Hill, 1997; 826p
92. Universidad Nacional Autónoma de México, Manual de prácticas de laboratorio de Bacteriología y Micología Veterinarias, FMVZ-UNAM, 1999.
93. DIFCO Manual of dehydrated culture media and reagents for microbiological and clinical laboratory procedures. DIFCO – Laboratories USA (Michigan) 1953
94. Monzón, A. Producción, uso y control de calidad de hongos entomopatógenos en Nicaragua, Manejo Integrado de Plagas. Costa Rica, 2001; 63: 95-103
95. Kanga LHB, Jones WA. Varroa Control with Fungal Pathogens, Am Bee J, 2003; 817, 818

96. Kanga LHB, Jones WA, James RR. Field Trials Using the Fungal Pathogen, *Metarhizium anisopliae* (Deuteromycetes: Hyphomycetes) to Control the Ectoparasitic Mite, *Varroa destructor* (Acari: Varroidae) in Honey Bee, *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae) Colonies. Biological and Microbial Control, 2003; 94: 1091-1099
97. Melathopoulos A, Ruzicka B, Gates J. Evaluating the fungus *Hirsutella thompsonii* like method of control of the varroase. Canadian of Research Apicole; 2000.
98. Kanga LHB, James RR, Boucias DG. *Hirsutella thompsonii* and *Metarhizium anisopliae* as potential microbial control agents of *Varroa destructor*, a honey bee parasite, J Invert Pathol, 2002; 81: 175-184
99. Vélez P, Posada F, Marín P, González M, Osorio E, Bustillo A. Técnicas para el control de calidad de formulaciones de hongos entomopatógenos. Federación Nacional de Cafeteros de Colombia, Colombia 1997, 37p.

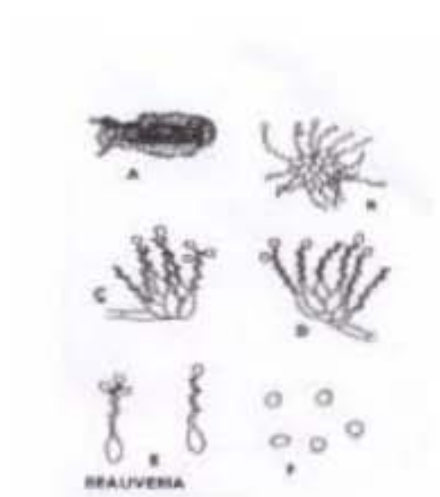
CUADRO 1. ACARICIDAS QUIMICOS AUTORIZADOS

PRODUCTO	PRESENTACIÓN	MODO DE ACCION	INSTRUCCIONES	ADVERTENCIAS
APISTAN Fluvalinato 10%	Tiras plásticas	Contacto	Colocar dos tiras por colmena entre el 3-4 y 7-8 bastidor de cámara de cría. Dejarlas actuar de 6 a 8 semanas. Colocarlas luego de la última cosecha o 4 meses previos al primer flujo de néctar.	Manejar con guantes Al retirar las tiras hay que envolverlas y eliminarlas.
FOLBEX Bromopropilato 370mg/tira	Tiras Fumígenas	Contacto	Colocar las tiras cuando no exista cría en la colmena y encenderlas sin producción de llama. Tapar herméticamente la colmena durante 60 minutos. Aplicar cuatro veces 1 tira de Folbex con intervalos de 4 días.	Asegurarse que haya alimento en el interior de la colmena, que la temperatura exterior no sea menor de 10°C.
APITOL Cimiazol 17.5%	Granos solubles en agua	Sistémica	Presenta dos formas opcionales de aplicación: 1- mezclado en el jarabe.- Por colmena se mezclan 2 a 3g del producto en ¾ de jarabe. Una aplicación 2- rociado sobre los cabezales de la cámara de cría. Por colmena, se disuelven 1.5 gramos en 75 ml de agua. 2 aplicaciones con un intervalo de 7 días.	Ambas soluciones deben aplicarse inmediatamente después de preparadas.
BAYVAROL Flumetrina 0.06%	Tiras plásticas	Contacto	Colocar cuatro tiras por colmena como se indica para el apistán.	Al retirar las tiras hay que envolverlas y eliminarlas.
COLMESAN SOL. Amitraz 2.05g%	Solución	Contacto	Presenta dos formas de aplicación: 1- Acción inmediata.- Llenar el recipiente plástico del gasificador con la solución, encender el gasificador y llenar de humo la serpentina. Cuando el humo salga blanco y denso inyectar 1 o 2 bocanadas. Repetir a los siete días. 2- Acción prolongada.- Depositar 10cm ³ de la solución en un recipiente y colocarlo sobre los cabezales de la cámara de cría. El producto se liberará lentamente en un lapso de 8 a 10 días.	Es preferible realizar el tratamiento cuando la colmena presenta la mayor cantidad de abejas (primeras o últimas horas del día) No es necesario tapar las piqueras.
COLMESAN AHUM. Amitraz 1.25g%	Solución	Contacto	Se debe rociar 50 cm ³ de la solución dentro del ahumador sin dejar de accionar. Cuando comienza a aparecer humo blanco y denso, se inyectan seis bocanadas por alza, no siendo necesarias más de 15. Se puede repetir el procedimiento dos veces con un intervalo de 5 a 6 días.	
APIVAR Amitraz 0.5g	Bolsa hermética de diez tiras	Contacto	Insertar una tira entre dos bastidores de cámara de cría como se indica para el apistán.	Al retirar las tiras hay que envolverlas y eliminarlas

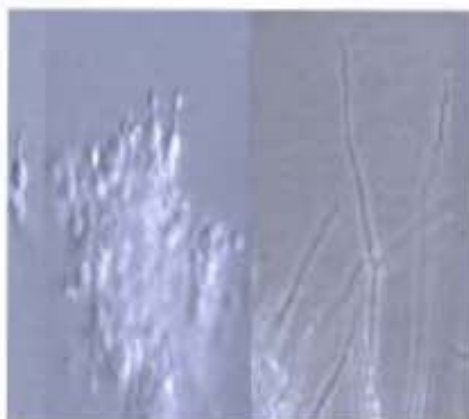
CUADRO 2. ACARICIDAS ORGANICOS AUTORIZADOS

PRODUCTO	PRESENTACIÓN	MODO DE ACCIÓN	INSTRUCCIONES	ADVERTENCIAS
BEEVAR Ácido Fórmico	Bandejas plásticas con Ac. Fórmico en una matriz de gel.	Evaporación y contacto	Las bandejas deben cortarse con un navaja por la línea de puntos indicada de acuerdo a la temperatura ambiente (-25°C ó +25°C). Abrir las bandejas únicamente antes de usarlas. Colocarlas sobre los marcos de la cámara de cría y dejarla actuar durante 15 días. Repetir una vez más la operación. Es importante mantener la colmena ventilada, pues el producto, en temperaturas mayores a 30°C resulta tóxico.	Utilizar equipo de seguridad como lentes protectores y guantes. No lentes de contacto. El producto puede causar mortandad en la cría abierta y enjambrazón
API-PLUS Ácido Fórmico	Caja colectiva con 12 y 80 bolsas dosificadoras con 80ml cada una.	Evaporación	Colocar la bolsa dosificadora entre los bastidores inferiores de la colmena, previa perforación del contenedor interno. Aplicar cuatro tratamientos con una dosis de 80 ml cada cuatro días,	Manejarse con guantes. Puede causar irritación nasal, conjuntival y ligeras quemaduras de piel en personas sensibles al ácido fórmico.
Ácido Oxálico	Sales	Ingestión	Aplicar preferentemente en invierno, mezclar 25g de azúcar con 25 ml de agua y 2.5 gr de ácido oxálico. Cuatro aplicaciones con intervalo de cuatro días.	Es muy importante que la elaboración del ácido oxálico sea en forma de jarabe con más del 50% de azúcar para evitar que las abejas presenten diarrea.
Apilife-VAR® Timol 74.08%, Alcanfor 3.7%, Eucaliptol 16.0%, Mentol 3.7%)	Tabletas de material absorbente (vermiculita)	Evaporación	Se aplican dos tabletas a cada colmena, encima de los cabezales y en diagonal, y a los 10 días se procede a la reposición en la misma cantidad, pero en diagonal opuesta.	

(A)



(B)

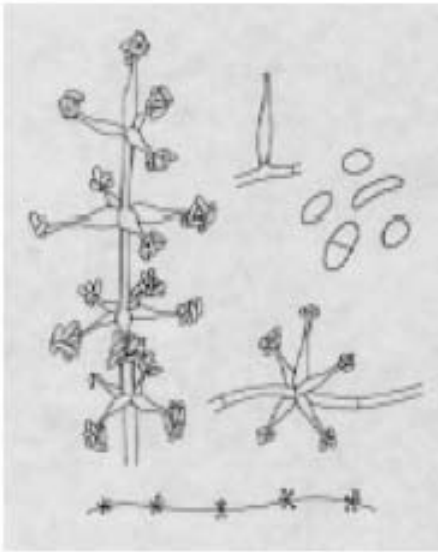


(C)

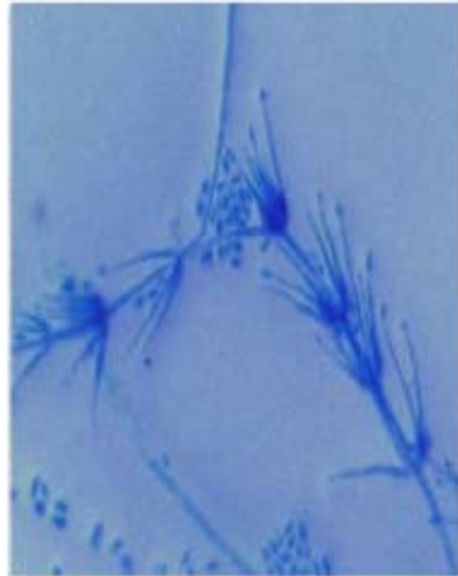


Figura 1. Características microscópicas y macroscópicas de *Beauveria bassiana*. A. Esquema de conidióforos y conidias de *B. bassiana*, Dibujo tomado de Barnett and Hunter (1998). B. Microfotografía de conidióforos y conidias de *B. bassiana*, Fotografía Tomada de Kouassi (2001) C. Morfología de las colonias de *B. bassiana*. Fotografía: A. Morales

(A)



(B)

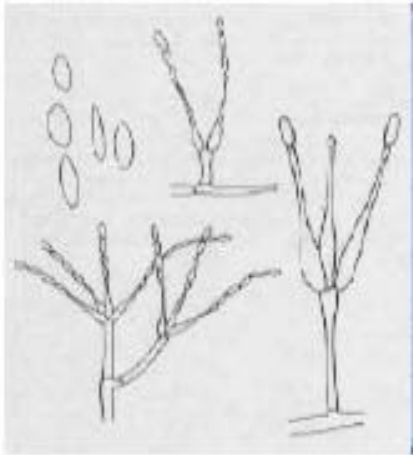


(C)



Figura 2. Características microscópicas y macroscópicas de *Verticillium* spp. A. Esquema de conidióforos y conidias de *Verticillium* spp. Dibujo tomado de Malloch (1997). B. Microfotografía de conidióforos y conidias de *Verticillium lecanii*. Fotografía tomada de Herrera (2001) C. Morfología de las colonias de *Verticillium lecanii*. Fotografía: A. Morales.

(A)



(B)



(C)



Figura 3. Características microscópicas y macroscópicas de *Paecilomyces* spp. A. Esquema de conidióforos y conidias de *Paecilomyces* spp. Dibujo tomado de Malloch (1997) B. Micofotografía de conidióforos y conidias de *Paecilomyces fumosoroseus* Fotografía tomada de Herrera (2001) C. Morfología de las colonias de *Paecilomyces fumosoroseus*. Fotografía: A. Morales